



Valorisation des ressources issues du traitement des eaux usées de la station de Nîmes Ouest

—

DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

ETUDE DES DANGERS

—



Valorisation des ressources issues du traitement des eaux usées de la station de Nîmes Ouest

—
Société des Eaux de Nîmes Métropole
Demande d’Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	CONTROLÉ(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
1	Étude des dangers – version 0 - DDAEu	D. CHILLET	P. REVEAU	S.FOURNY	22/09/2021

ARTELIA
18, rue Elie Pelas 13016 MARSEILLE – TEL : +33 (0)4 91 17 00 00

ARTELIA Eau & Environnement

Demande d’Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

SOMMAIRE

1. APPROCHE GÉNÉRALE	14
2. IDENTIFICATION ET CARACTÉRISATION DES POTENTIELS DE DANGER	16
2.1. Identification des dangers liés aux produits.....	16
2.1.1. Dangers liés aux eaux brutes	16
2.1.2. Dangers liés aux graisses internes.....	16
2.1.3. Dangers liés aux boues brutes	17
2.1.3.1. Incendie et explosion	17
2.1.3.2. Toxicité.....	17
2.1.4. Dangers liés aux boues digérées	17
2.1.4.1. Incendie et explosion	17
2.1.4.2. Toxicité.....	17
2.1.5. Dangers liés au biogaz et au biométhane	17
2.1.5.1. Incendie et explosion	17
2.1.5.2. Toxicité.....	17
2.1.6. Dangers liés aux effluents.....	19
2.1.6.1. Effluents aqueux	19
2.1.6.2. Effluents atmosphériques	19
2.1.7. Dangers liés aux déchets	19
2.2. Identification des dangers liés aux ouvrages.....	19
3. ANALYSE DU RETOUR D'EXPÉRIENCE.....	20
3.1. Par équipements process	20
3.1.1. Digesteur	20
3.1.2. Épurateur, stockage et réseau enterré	22
3.1.3. Gazomètre souple	25
3.2. Par approche process globale	26
4. AGRESSEURS.....	28
4.1. Agresseurs naturels.....	28
4.1.1. Agresseurs naturels	28
4.1.1.1. Foudre.....	28

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

4.1.1.2. Canicule.....	28
4.1.1.3. Froid extrême.....	28
4.1.1.4. Risque sismique	29
4.1.1.5. Risques inondation Remontée de nappes	29
4.1.1.6. Vent	30
4.1.1.7. Sol et cavité souterrain	31
4.2. Agresseurs humains	31
5. ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES.....	32
5.1. Méthodologie d'analyse préliminaire des risques.....	32
5.2. Réalisation de l'analyse préliminaire des risques.....	33
5.3. Synthèse de l'analyse préliminaire des risques.....	39
6. MODÉLISATION DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX	40
6.1. Critères retenus pour la détermination des zones de dangers .	40
6.1.1. Valeurs seuils d'effet	40
6.1.1.1. Seuils d'effets thermiques.....	41
6.1.1.2. Seuils d'effets de surpression.....	42
6.1.2. Caractéristiques du biogaz et du biométhane	43
6.1.2.1. Composition.....	43
6.1.2.2. Caractéristique d'explosion du gaz.....	43
6.2. Modèles de calcul utilisés.....	44
6.2.1. Modélisation de la dispersion atmosphérique d'un rejet de gaz	44
6.2.2. Modélisation des effets thermiques et de surpression liés à une explosion non confinée	45
6.2.3. Modélisation des effets de surpression en cas d'explosion confinée.....	46
6.2.4. Logiciel EFFEX.....	50
6.3. Réalisation des Modélisations	52
6.3.1. Modélisation du PhD1a - Explosion du ciel gazeux du digesteur en fonctionnement normal	52
6.3.1.1. Hypothèses	52
6.3.1.2. Modèle de calcul utilisé.....	52
6.3.1.3. Données	52
6.3.1.4. Résultat de la modélisation.....	53
6.3.1.5. Cartographie des zones d'effets	54

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

6.3.1.6. Conclusion sur le phénomène dangereux	54
6.3.2. Modélisation du PhD1b - Explosion du ciel gazeux du digesteur à vide	55
6.3.2.1. Hypothèses	55
6.3.2.2. Modèle de calcul utilisé.....	55
6.3.2.3. Données	56
6.3.2.4. Résultat de la modélisation.....	56
6.3.2.5. Cartographie des zones d'effets	58
6.3.2.6. Conclusion sur le phénomène dangereux	58
6.3.3. Modélisation du PhD2a - Explosion de la bache à boue digérée vide	59
6.3.3.1. Hypothèses	59
6.3.3.2. Modèle de calcul utilisé.....	59
6.3.3.3. Données	59
6.3.3.4. Résultat de la modélisation.....	60
6.3.3.5. Cartographie des zones d'effets	60
6.3.3.6. Conclusion sur le phénomène dangereux	60
6.3.4. Modélisation du PhD2b - Explosion de la bache à boue digérée pleine	61
6.3.4.1. Hypothèses	61
6.3.4.2. Modèle de calcul utilisé.....	61
6.3.4.3. Données	61
6.3.4.4. Résultat de la modélisation.....	62
6.3.4.5. Cartographie des zones d'effets	62
6.3.4.6. Conclusion sur le phénomène dangereux	62
6.3.5. Modélisation du PhD3a - Explosion confinée du gazomètre	63
6.3.5.1. Hypothèses	63
6.3.5.2. Modèle de calcul utilisé.....	63
6.3.5.3. Données	63
6.3.5.4. Résultat de la modélisation.....	63
6.3.5.5. Cartographie des zones d'effets	64
6.3.5.6. Conclusion sur le phénomène dangereux	65
6.3.6. Modélisation du PhD3b - Explosion de biogaz rejeté lors de la ruine du gazomètre	65
6.3.6.1. Hypothèses	65
6.3.6.2. Modèle de calcul utilisé.....	65
6.3.6.3. Données	65

6.3.6.4. Résultat de la modélisation.....	65
6.3.6.5. Cartographie des zones d'effets	68
6.3.6.6. Conclusion sur le phénomène dangereux	69
6.3.7. Modélisation du PhD4 - Explosion dans le container à membranes	70
6.3.7.1. Hypothèses	70
6.3.7.2. Modèle de calcul utilisé.....	70
6.3.7.3. Données	70
6.3.7.4. Résultat de la modélisation.....	70
6.3.7.5. Cartographie des zones d'effets	71
6.3.7.6. Conclusion sur le phénomène dangereux	71
6.3.8. Modélisation du PhD5a - Explosion dans le poste d'injection	72
6.3.8.1. Hypothèses	72
6.3.8.2. Modèle de calcul utilisé.....	72
6.3.8.3. Données	72
6.3.8.4. Résultat de la modélisation.....	73
6.3.8.5. Cartographie des zones d'effets	73
6.3.8.6. Conclusion sur le phénomène dangereux	73
6.3.9. Modélisation du PhD5b - Explosion dans le vide sanitaire sous le poste d'injection	74
6.3.9.1. Hypothèses	74
6.3.9.2. Modèle de calcul utilisé.....	74
6.3.9.3. Données	74
6.3.9.4. Résultat de la modélisation.....	75
6.3.9.5. Cartographie des zones d'effets	75
6.3.9.6. Conclusion sur le phénomène dangereux	75
6.3.10. Modélisation du PhD6 - Explosion de biogaz rejeté en cas d'extinction ou non allumage de la torchère	76
6.3.10.1. Hypothèses	76
6.3.10.2. Données.....	76
6.3.10.3. Résultat de la modélisation	76
6.3.10.4. Cartographie des zones d'effets.....	77
6.3.10.5. Conclusion sur le phénomène dangereux	77
6.3.11. Modélisation du PhD7 - Fuite sur canalisation aérienne haute pression de biogaz	78

6.3.11.1.	Hypothèses	78
6.3.11.2.	Données.....	78
6.3.11.3.	Résultat de la modélisation	78
6.3.11.4.	Cartographie des zones d'effets.....	79
6.3.11.5.	Conclusion sur le phénomène dangereux	79
6.3.12.	Modélisation du PhD8 - Fuite de biogaz depuis la soupape du digesteur ..	80
6.3.12.1.	Hypothèses	80
6.3.12.2.	Données.....	80
6.3.12.3.	Résultat de la modélisation	80
6.3.12.4.	Cartographie des zones d'effets.....	81
6.3.12.5.	Conclusion sur le phénomène dangereux	82
6.3.13.	Modélisation du PhD9 - Rupture de tuyauterie sur le toit du digesteur	83
6.3.13.1.	Hypothèses	83
6.3.13.2.	Modèle de calcul utilisé	83
6.3.13.3.	Données.....	83
6.3.13.4.	Résultat de la modélisation	84
6.3.13.5.	Cartographie des zones d'effets.....	85
6.3.13.6.	Conclusion sur le phénomène dangereux	86
6.3.14.	Modélisation du PhD10 - Fuite sur tuyauterie enterrée basse pression	87
6.3.14.1.	Hypothèses	87
6.3.14.2.	Modèle de calcul utilisé	87
6.3.14.3.	Données.....	87
6.3.14.4.	Résultat de la modélisation	87
6.3.14.5.	Cartographie des zones d'effets.....	87
6.3.14.6.	Conclusion sur le phénomène dangereux	88
6.3.15.	Modélisation du PhD11 - Explosion du local technique du digesteur	89
6.3.15.1.	Hypothèses	89
6.3.15.2.	Caractéristiques du bâtiment.....	89
6.3.15.3.	Données de modélisation	90
6.3.15.4.	Modèle de calcul utilisé	90
6.3.15.5.	Résultat de la modélisation	90
6.3.15.6.	Cartographie des zones d'effets.....	91
6.3.15.7.	Conclusion sur le phénomène dangereux	91
6.3.16.	Modélisation du PhD12 - Fuite sur la tuyauterie enterrée de biométhane	92

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

6.3.16.1.	Hypothèses	92
6.3.16.2.	Modèle de calcul utilisé	92
6.3.16.3.	Données.....	92
6.3.16.4.	Résultat de la modélisation	92
6.3.16.5.	Cartographie des zones d'effets.....	92
6.3.16.6.	Conclusion sur le phénomène dangereux	93
6.3.17.	Modélisation du PhD13 - Jet enflammé sur la tuyauterie du poste GrDF...	94
6.3.17.1.	Hypothèses	94
6.3.17.2.	Modèle de calcul utilisé	94
6.3.17.3.	Résultat de la modélisation	94
6.3.17.4.	Cartographie des zones d'effets.....	94
6.3.17.5.	Conclusion sur le phénomène dangereux	95
6.3.18.	Observation sur les effets dominos.....	95
6.3.19.	Synthèse	97
7.	ANALYSE DÉTAILLÉE DES RISQUES	98
7.1.	Analyse du phénomène 1a - explosion du digesteur plein	99
7.1.1.	Analyse probabiliste.....	99
7.1.1.1.	Représentation graphique des événements.....	99
7.1.1.2.	Probabilité d'occurrence	101
7.1.2.	Évaluation de la gravité	103
7.1.2.1.	Zones impactées	103
7.1.2.2.	Calcul de la gravité	103
7.1.3.	Acceptabilité du phénomène 1a	103
7.2.	Analyse du phénomène 1b - explosion du digesteur à vide....	104
7.2.1.	Analyse probabiliste.....	104
7.2.1.1.	Représentation graphique des événements.....	104
7.2.1.2.	Probabilité d'occurrence	106
7.2.2.	Évaluation de la gravité	107
7.2.2.1.	Zones impactées	107
7.2.2.2.	Calcul de la gravité	108
7.2.3.	Acceptabilité du phénomène 1b	108
7.3.	Analyse du phénomène 2a - explosion de la bache à boues digérées vide	109

7.3.1. Analyse probabiliste	109
7.3.1.1. Représentation graphique des évènements.....	109
7.3.1.2. Probabilité d'occurrence	111
7.3.2. Évaluation de la gravité	112
7.3.2.1. Zones impactées	112
7.3.2.2. Calcul de la gravité	112
7.3.3. Acceptabilité du phénomène 2a	113
7.4. Analyse du phénomène 3b - ruine du gazomètre.....	114
7.4.1. Analyse probabiliste	114
7.4.2. Évaluation de la gravité	115
7.4.2.1. Zones impactées	115
7.4.2.2. Calcul de la gravité	115
7.4.3. Acceptabilité du phénomène 3b	115
7.5. Analyse du phénomène 5b - explosion Confinée du vide sanitaire sous les poste d'injection	116
7.5.1. Analyse probabiliste	116
7.5.2. Évaluation de la gravité	116
7.5.2.1. Zones impactées	116
7.5.2.2. Calcul de la gravité	116
7.5.3. Acceptabilité du phénomène 5b	117
7.6. Analyse du phénomène 12 - Fuite de la canalisation enterrée vers le poste d'injection	118
7.6.1. Analyse probabiliste	118
7.6.2. Évaluation de la gravité	118
7.6.2.1. Zones impactées	118
7.6.2.2. Calcul de la gravité	118
7.6.3. Acceptabilité du phénomène 12	119
8. MATRICE D'ACCEPTABILITÉ DES RISQUES	120
9. MAITRISE GÉNÉRALE DES RISQUES	121
9.1. Risques liés au voisinage des installations	121
9.1.1. Axes de communication externes	121
9.1.2. Réseaux	122
9.1.3. Activités industrielles voisines	122

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

9.1.4. Malveillance / attentat.....	122
9.2. Risques naturels	123
9.2.1. Intempéries.....	123
9.2.2. Eaux superficielles et eaux souterraines	125
9.2.3. Sols et sous-sols	125
9.3. Risques liés aux installations	126
9.3.1. Configuration des installations	126
9.3.2. Conduite des installations	127
9.3.3. Maintenance	128
9.4. Gestion de la sécurité	129
9.4.1.1. Organisation de la sécurité.....	129
9.4.1.2. Matériel de sécurité	130
9.4.1.3. Gestion de l'alerte.....	130
9.4.1.4. Information	131
ANNEXES	132
Annexe 1 Tierce expertise INERIS	133
Annexe 2 Courrier de réponse concernant les bonnes pratiques	134
Annexe 3 Etude foudre	135

TABLEAUX

Tableau 1 - Accidents recensés par la base de données ARIA – « Digesteur » & « Biogaz »	20
Tableau 2 - Prise en compte du risque pour la conception du digesteur	21
Tableau 3 - Accidents recensés par la base de données ARIA – « Réseau enterré » & « Biogaz »	22
Tableau 4 - Prise en compte du risque pour les installations épuration et réseaux.....	23
Tableau 5 - Prise en compte du risque pour le gazomètre à membrane.....	25
Tableau 6 - Accidents recensés par la base de données ARIA – Total pour le procédé étudié	26
Tableau 7 - Principales mesures de prévention mises en place sur la station d'épuration	27
Tableau 8 - Environnement humain susceptible de générer un danger autour du site.....	31
Tableau 9 - Critères d'évaluation de l'analyse préliminaire des risques	33
Tableau 10 - Tableau d'analyse préliminaire des risques	38
Tableau 11 - Synthèse de l'analyse préliminaire des risques	39
Tableau 12 - Seuils des effets thermiques pris en compte dans l'étude des dangers	41
Tableau 13 - Seuils des effets de surpression pris en compte dans l'étude des dangers.....	42
Tableau 14 - Composition moyenne du biogaz.....	43
Tableau 15 - Composition moyenne du biométhane.....	43
Tableau 16 - Conditions atmosphériques considérées dans PHAST.....	45
Tableau 17 - Abaque Multi-Energy	47
Tableau 18 - Tableau de Kinsella	48
Tableau 19 - Distance rapportée à partir de l'abaque multi énergie	49
Tableau 20 - Hypothèse de modélisation du PhD1a	52

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

Tableau 21 - Résultats de modélisation du PhD1a.....	53
Tableau 22 - Comparaison du PhD1a avec le guide INERIS	53
Tableau 23 - Hypothèse de modélisation du PhD1b	56
Tableau 24 - Résultats de modélisation du PhD1b	56
Tableau 25 - Comparaison du PhD1b avec le guide INERIS	57
Tableau 26 - Hypothèse de modélisation du PhD2a	59
Tableau 27 - Résultats de modélisation du PhD2a.....	60
Tableau 28 - Hypothèse de modélisation du PhD2b	61
Tableau 29 - Résultats de modélisation du PhD2b	62
Tableau 30 - Hypothèse de modélisation du PhD3a	63
Tableau 31 - Résultats de modélisation du PhD3a.....	63
Tableau 32 - Comparaison du PhD3a avec le guide INERIS	64
Tableau 33 - Hypothèse de modélisation du PhD3b	65
Tableau 34 - Résultats de modélisation du flash-fire (effets thermiques) du PhD3b	66
Tableau 35 - Résultats de modélisation de l'explosion (effets de surpression) du PhD3b	66
Tableau 36 - Comparaison du PhD3b avec le guide INERIS	67
Tableau 37 - Hypothèse de modélisation du PhD4	70
Tableau 38 - Résultats de modélisation de l'explosion du PhD4.....	70
Tableau 39 - Hypothèse de modélisation du PhD5a	72
Tableau 40 - Résultats de modélisation de l'explosion du PhD5a.....	73
Tableau 41 - Hypothèse de modélisation du PhD5b	74
Tableau 42 - Résultats de modélisation de l'explosion du PhD5b.....	75
Tableau 43 - Hypothèse de modélisation du PhD6	76
Tableau 44 - Résultats de modélisation du flash-fire (effets thermiques) du PhD6	76
Tableau 45 - Résultats de modélisation de l'explosion (effets de surpression) du PhD6	77
Tableau 46 - Hypothèse de modélisation du PhD7	78
Tableau 47 - Résultats de modélisation du jet enflammé (effets thermiques) du PhD7	78
Tableau 48 - Hypothèse de modélisation du PhD7	80
Tableau 49 - Résultats de modélisation du jet enflammé (effets thermiques) du PhD8	80
Tableau 50 - Hypothèse de modélisation du PhD9	83
Tableau 51 - Terme source	83
Tableau 52 - Résultats de modélisation du jet enflammé (effets thermiques) du PhD9	84
Tableau 53 - Résultats de modélisation du flash fire (effets thermiques) du PhD9	84
Tableau 54 - Résultats de modélisation de l'explosion (suppression) du PhD9	84
Tableau 55 - Hypothèse de modélisation du PhD10	87
Tableau 56 - Terme source et résultats des modélisation du PhD10 (effets thermiques)	87
Tableau 57 - Caractéristiques du local technique	89
Tableau 58 - Influence de la hauteur de boue sur le volume libre et le temps d'attente pour atteindre la stœchiométrie	90
Tableau 59 - Données d'entrée pour la combustion	90
Tableau 60 - Résultats de modélisation de l'explosion (effets de surpression) du PhD10	90
Tableau 61 - Hypothèse de modélisation du PhD12	92
Tableau 62 - Terme source et résultats des modélisation du PhD12 (effets thermiques)	92
Tableau 63 - Distances d'effets du PhD13 (effets thermiques)	94
Tableau 64 - Synthèse des effets dominos	96
Tableau 65 - Phénomènes dangereux majorants retenus	97
Tableau 66 - Surfaces impactées par le PhD1a en dehors de la station d'épuration.....	103
Tableau 67 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD1a en dehors de la station d'épuration	103

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

Tableau 68 - Surfaces impactées par le PhD 1b en dehors de la station d'épuration.....	108
Tableau 69 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD 1b en dehors de la station d'épuration	108
Tableau 70 - Surfaces impactées par le PhD2a en dehors de la station d'épuration.....	112
Tableau 71 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD2a en dehors de la station d'épuration	113
Tableau 72 - Surfaces impactées par le PhD3b en dehors de la station d'épuration	115
Tableau 73 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD3b en dehors de la station d'épuration	115
Tableau 74 - Surfaces impactées par le PhD5b en dehors de la station d'épuration	116
Tableau 75 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD5b en dehors de la station d'épuration	117
Tableau 76 - Surfaces impactées par le PhD12 en dehors de la station d'épuration.....	118
Tableau 77 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD12 en dehors de la station d'épuration	119
Tableau 78 - Matrice d'acceptabilité des phénomènes dangereux.....	120
Tableau 79 - Maîtrise des risques liés aux axes de communication externes	121
Tableau 80 - Maîtrise des risques liés aux réseaux	122
Tableau 81 - Maîtrise des risques liés aux activités industrielles voisines	122
Tableau 82 - Maîtrise des risques liés aux risques de malveillance et d'attentat	122
Tableau 83 - Maîtrise des risques liés aux risques d'intempéries	124
Tableau 84 - Maîtrise des risques liés aux eaux superficielles et souterraines	125
Tableau 85 - Maîtrise des risques liés aux sols et au sous-sol.....	125
Tableau 86 - Maîtrise des risques liés à la configuration des installations.....	127
Tableau 87 - Maîtrise des risques liés à la conduite des installations.....	128
Tableau 88 - Maîtrise des risques liés à la maintenance	129
Tableau 89 - Organisation de la sécurité	130
Tableau 90 - Matériel de sécurité	130
Tableau 91 - Gestion de l'alerte.....	130
Tableau 92 - Gestion de l'information	131

FIGURES

Figure 1 - VTR du H ₂ S en fonction de la durée d'exposition.....	18
Figure 2 - Sismicité de la zone.....	29
Figure 3 - Zones de force des vents en France	30
Figure 4 - Distance d'effets du phénomène PhD1a (explosion du digesteur en fonctionnement normal)	54
Figure 5 - Distance d'effets du phénomène PhD1b (explosion du digesteur à vide).....	58
Figure 6 - Distance d'effets du phénomène PhD2a (explosion de la bache à boues digérées à vide)	60
Figure 7 - Distance d'effets du phénomène PhD2b (explosion de la bache à boues digérées pleine)	62
Figure 8 - Distance d'effets du phénomène PhD3a (explosion confinée du gazomètre).....	64
Figure 9 - Distance d'effets du phénomène PhD3b (explosion suite à une ruine du gazomètre) flash fire	68

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

Figure 10 - Distance d'effets du phénomène PhD3b (explosion suite à une ruine du gazomètre) effets de surpression	69
Figure 11 - Distance d'effets du phénomène PhD4 (explosion confinée du container à membranes)	71
Figure 12 - Caractéristiques géométriques du local	72
Figure 13 - Distance d'effets du phénomène PhD5a (explosion confinée du poste d'injection de biométhane).....	73
Figure 14 - Caractéristiques géométriques du vide sanitaire	74
Figure 15 - Distance d'effets du phénomène PhD5b (explosion confinée du poste d'injection de biométhane).....	75
Figure 16 - Distance d'effets du phénomène PhD7 (jet enflammé)	79
Figure 17 - Distance d'effets du phénomène PhD8 (jet enflammé)	81
Figure 18 - Distance d'effets du phénomène PhD8 (flash fire).....	82
Figure 19 - Distance d'effets du phénomène PhD9 (rupture de la tuyauterie au-dessus du digesteur) jet enflammé	85
Figure 20 - Distance d'effets du phénomène PhD9 (rupture de la tuyauterie au-dessus du digesteur) flash fire	85
Figure 21 - Distance d'effets du phénomène PhD9 (rupture de la tuyauterie au-dessus du digesteur) effets de surpression	86
Figure 22 - Distance d'effets du phénomène PhD10 (fuite d'une tuyauterie enterrée basse pression) jet enflammé	88
Figure 23 - Caractéristiques géométriques du local technique	89
Figure 24 - Distance d'effets du phénomène PhD11 (explosion du local technique) effets de surpression	91
Figure 25 - Distance d'effets du phénomène PhD12 (fuite d'une tuyauterie enterrée haute pression) jet enflammé	93
Figure 26 - Distance d'effets du phénomène PhD13 (fuite de la tuyauterie GrDF haute pression) jet enflammé	94
Figure 27 - Arbre d'évènements relatifs à l'explosion du digesteur plein (PhD1a)	100
Figure 28 - Arbre d'évènements relatifs à l'explosion du digesteur à vide (PhD1b).....	105
Figure 29 - Arbre d'évènements relatifs à l'explosion de la bâche à boues digérées à vide (PhD2a)	110

1. APPROCHE GENERALE

L'étude de dangers expose les dangers que peuvent présenter les installations en décrivant les principaux accidents susceptibles d'arriver, leurs causes (d'origine interne ou externe), leur nature et leurs conséquences. Elle justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents. Elle précise la consistance et les moyens de secours internes ou externes mis en œuvre en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre.

Cette étude doit permettre une approche rationnelle et objective des risques encourus par les personnes ou l'environnement. Elle a quatre objectifs principaux :

- Améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de l'établissement afin de réduire les risques et optimiser la politique de prévention ;
- Favoriser le dialogue avec les autorités pour la prise en compte des parades techniques et organisationnelles ;
- Informer le public en lui fournissant des éléments d'appréciation clairs sur les risques ;
- Prévoir si nécessaire des contraintes en termes d'urbanisme et d'usage des sols au voisinage des installations.

L'étude réalisée a ainsi pour objectif d'identifier les potentiels de dangers présents sur le site de la station, les phénomènes dangereux associés, puis d'évaluer leurs effets éventuels sur l'environnement et les tiers et enfin de démontrer la pertinence des mesures de maîtrise des risques de type prévention/protection mises en place.

L'étude des dangers a été réalisée en s'appuyant notamment les grands principes du guide INERIS Oméga 9 de Juillet 2015 (rapport DRA-15-148940-03446A) « Étude des dangers d'une installation classée ».

La présente étude de dangers comprend :

- L'identification et la caractérisation des principaux potentiels de dangers présents sur le site ;
- Une analyse du retour d'expérience ciblée sur les installations présentes sur le site ;
- Une analyse préliminaire des risques, basée sur l'inventaire des installations et la caractérisation des dangers en présence qu'elles représentent ;
- L'identification, la modélisation et la cartographie des effets des phénomènes dangereux dimensionnants, c'est-à-dire dont les effets sont jugés importants (atteinte de tiers ou d'autres installations), et, pour les phénomènes dangereux avérés majeurs, l'évaluation de la gravité et de la probabilité au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

L'étude de dangers se base sur :

- La description des installations du site (voir volet A du présent dossier) ;
- La description des enjeux naturels et humains dans l'environnement proche du site (voir volets A et B du présent dossier) ;
- La description du voisinage humain dans l'environnement proche du site (voir volets A et B du présent dossier).

L'étude de dangers a été réalisée en tenant compte de la tierce expertise menée par l'Inéris et présentée en juillet 2021 en DREAL, du volet C « Analyse du projet sur le volet risques industriels » du PAC (Porter à connaissance) déposé en septembre 2021. Cette tierce expertise a été réalisée conformément à l'article 8 de l'arrêté préfectoral n°30-2020-07-07-003 du 07 juillet 2020 portant prescriptions complémentaires, au titre de l'article L.181-14 du code de l'environnement, à l'arrêté n°2004-127-11 du 6 mai 2004, concernant les opérations liées à la valorisation des ressources issues du traitement des eaux usées de la station de traitement de Nîmes Ouest sur la commune de Nîmes, présenté par la Communauté d'Agglomération de Nîmes Métropole.

Cette tierce expertise est présentée en annexe 1 du volet C. Le courrier de réponse du pétitionnaire concernant l'application des bonnes pratiques est présenté en annexe 2.

2. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGER

Les objectifs de l'identification des dangers ou potentiels de dangers sont :

- Recenser et caractériser les dangers d'une installation ;
- Identifier l'emplacement des éléments porteurs de dangers ;
- Identifier les Événements Redoutés potentiels (ER), étudiés lors de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR).

L'objet de ce chapitre est d'identifier parmi les installations du site le danger intrinsèque qu'elles représentent, qu'il s'agisse des installations en elles-mêmes ou des produits qu'elles comportent. Cette identification a été réalisée sur la base des plans du site, avec la participation de l'exploitant de la station. Une attention a été particulièrement portée sur la complétude des éléments observés, afin de garantir qu'aucun potentiel de danger significatif n'a été omis.

2.1. IDENTIFICATION DES DANGERS LIES AUX PRODUITS

Les matières ou produits présents dans l'installation sont les suivants :

- Les eaux brutes à traiter ;
- Les graisses (à digérer) ;
- Les boues brutes (à digérer) ;
- Les boues digérées (digestat) ;
- Le biogaz issu de la digestion ;
- Le biométhane (biogaz après purification) ;
- Les effluents ;
- Les déchets.

Ils font l'objet d'une observation en vue de déterminer s'ils sont de nature à constituer un potentiel de danger majeur.

2.1.1. Dangers liées aux eaux brutes

Les eaux brutes ne présentent pas un potentiel de danger majeur en termes de risque d'incendie, d'explosion ou de toxicité.

2.1.2. Dangers liés aux graisses

Les graisses ne présentent pas un potentiel de danger majeur en termes de risque d'incendie, d'explosion ou de toxicité.

2.1.3. Dangers liés aux boues brutes

2.1.3.1. Incendie et explosion

Les boues brutes (à digérer) ont une teneur en eau élevée; elles ne présentent pas de dangers d'incendie et d'explosion en fonctionnement normal de par une production de biogaz insignifiante dans les conditions d'exploitation et de stockage.

La composition du biogaz est donnée au chapitre 6.1.

2.1.3.2. Toxicité

Le risque de dégagement d'H₂S, toxique, est possible dans certains rares cas de conditions de stockage et d'exploitation.

La problématique de l'exposition au H₂S représente exclusivement un danger pour le personnel, et est traitée comme tel dans le cadre de l'analyse des risques professionnels au poste de travail (Code du Travail).

2.1.4. Dangers liés aux boues digérées

2.1.4.1. Incendie et explosion

Au niveau du stockage des boues digérées – ou digestat – les risques d'incendie ou d'explosion de biogaz ne peuvent totalement être écartés car il se produit un dégagement résiduel de biogaz.

La composition du biogaz est donnée au chapitre 6.1.

2.1.4.2. Toxicité

Le risque de dégagement d'H₂S, toxique, est possible dans certains rares cas de conditions de stockage et d'exploitation.

La problématique représente exclusivement un danger pour le personnel, et est traitée comme tel dans le cadre de l'analyse des risques professionnels au poste de travail (Code du Travail).

2.1.5. Dangers liés au biogaz et au biométhane

Les boues digérées génèrent du biogaz qui sera épuré en biométhane en vue de son injection dans le réseau de gaz naturel urbain.

2.1.5.1. Incendie et explosion

Le biogaz et le biométhane sont des gaz inflammables et explosifs dans les conditions normales de pression et de températures.

2.1.5.2. Toxicité

Le biogaz contient en partie du H₂S, un composé toxique. Le biogaz épuré (biométhane) ne contient plus de H₂S.

L'injection de chlorure ferrique dans le process permet d'abattre l'H₂S dans le biogaz, et donc de réduire très sensiblement sa concentration. Ce procédé correspond à une démarche connue et éprouvée sur de nombreuses stations d'épuration d'eaux usées. Ainsi, la teneur en H₂S dans le biogaz sera garantie avec les valeurs suivantes :

- < 200 ppm en amont de l'épuration (dans le biogaz avant épuration) ;
- 0 ppm en aval de l'épuration (biogaz épuré ou biométhane).

Concernant la station d'épuration de Nîmes, les activités concernées n'apparaissent pas de nature à générer un accident majeur pour la santé des populations. Les raisons sont détaillées ci-après.

OBSERVATION DES VALEURS TOXIQUES DE REFERENCE (VTR) POUR LE H₂S :

<i>Durée d'exposition (min)</i>	<i>SEI (ppm)</i>	<i>SEL1% (ppm)</i>	<i>SEL5% (ppm)</i>
1	320	1 521	1 720
10	150	688	769
20	115	542	605
30	100	472	526
60	80	372	414

Figure 1 - VTR du H₂S en fonction de la durée d'exposition

OBSERVATION DES INSTALLATIONS EN AMONT DE L'ÉPURATION DU BIOGAZ (concentration < 200 ppm) :

L'observation des VTR pour le H₂S et du plan de localisation des installations permet de constater les éléments suivants.

Concernant les seuils SEL et SELS :

- En cas de fuite sur un ouvrage contenant du biogaz à 200 ppm ou moins, les seuils des SEL (seuils des effets létaux) et SELS (seuils des effets létaux significatifs) ne sont pas atteints car tous supérieurs à 200 ppm quelle que soit la durée d'exposition entre 1 à 60 minutes ;
 → **Le risque toxique peut être écarté pour ces deux seuils SEL et SELS.**

Concernant le seuil SEI :

- Le seuil du SEI (seuils des effets irréversibles) est dépassé pour des durées d'expositions supérieures à 1 minute (non déterminé pour des durées d'exposition supérieures à 60 minutes).
- Le seuil de toxicité diminue avec l'augmentation de la durée d'exposition des populations à l'extérieur du site. Il est toutefois considéré peu plausible que des populations restent exposées sur des longues durées à une éventuelle fuite majeure de biogaz.
- Les installations contenant du biogaz à 200 ppm sont les plus centralisées vers l'intérieur du site, avec une distance d'éloignement moyenne d'environ 45 à 50 m vis-à-vis des limites de propriété.
- Les installations contenant du biogaz les plus proches des limites de propriété du site (notamment le poste d'injection du biométhane) sont celles situées en aval de l'unité d'épuration, donc contenant un biogaz à 0 ppm.

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

- Le calcul de la tension de vapeur du biogaz indique que ce dernier est très proche du méthane pur (le méthane étant un COV), ce qui démontre que le biogaz de la station présente une nette volatilité à l'air libre, et donc une rapide dilution dans l'air en cas de fuite.

→ La prise en compte de la volatilité du biogaz et de l'éloignement des ouvrages concernés vis-à-vis des limites de propriété, permet d'envisager une dilution rapide du biogaz à l'air libre passant rapidement sous les seuils d'exposition SEI pour des durées supérieures à 1 minute.

OBSERVATION DES INSTALLATIONS EN AVAL DE L'ÉPURATION DU BIOGAZ :

- Les installations en aval de l'épuration (notamment poste d'injection) contiennent un gaz à 0 ppm d'H₂S.

→ Les installations en aval de l'épuration ne présentent pas de risque toxique compte-tenu de l'absence de H₂S dans ces dernières. Le risque toxique peut être écarté pour ces installations.

Ainsi selon les considérations présentées ci-dessus, il est proposé de considérer le risque toxique lié à l'H₂S n'est pas susceptible de représenter un phénomène dangereux majorant au sens de l'arrêté du 29/09/2005, et donc d'écarter ce scénario au stade de l'APR de l'étude des dangers.

2.1.6. Dangers liés aux effluents

2.1.6.1. Effluents aqueux

En l'absence de stockage extérieur de produits dangereux, les eaux pluviales ne génèrent pas de danger particulier. Les eaux pluviales de voiries peuvent toutefois être polluées par des hydrocarbures liés à la circulation des véhicules sur le site et les parkings.

Les lixiviats de boues seront gérés avec les lixiviats de compostage via un réseau de collecte dédié. Ils ne présentent pas de danger particulier.

2.1.6.2. Effluents atmosphériques

Les effluents sont constitués de poussières et éventuellement d'odeur, mais qui ne présentent pas de caractère toxique particulier.

2.1.7. Dangers liés aux déchets

Les déchets générés sur le site ne sont généralement pas des déchets dangereux.

2.2. IDENTIFICATION DES DANGERS LIES AUX OUVRAGES

Le site ne présente pas d'ouvrage qui, à eux seuls (c'est-à-dire en l'absence de produits dangereux précités), sont susceptibles de générer un phénomène dangereux majeur.

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

3. ANALYSE DU RETOUR D'EXPERIENCE

Dans le cadre de cette étude, une revue accidentologique a été réalisée afin d'analyser les accidents survenus dans le monde entier pour des installations ou équipements similaires à ceux du site, et de vérifier les dispositions envisagées sur la station d'épuration afin d'éviter leur occurrence.

Cette analyse a été réalisée sur la base des accidents recensés par le BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollution Industriels) qui dépend du Ministère français chargé de l'environnement. Il constitue et tient à disposition le recensement des accidents survenus sur des installations industrielles implantées en France et à l'étranger. Ce recensement est effectué dans la base de données ARIA (Analyse Recherche et Information sur les Accidents).

L'exploitant de la station d'épuration a par ailleurs également été sollicité à cette étape.

Les mots clés suivant ont été utilisés :

- Épuration ;
- Épurateur ;
- Biogaz ;
- Digesteur ;
- Méthaniseur ;
- Réseau enterré ;
- Gazomètre.

3.1. PAR EQUIPEMENTS PROCESS

3.1.1. Digesteur

Concernant le digesteur, la consultation de la base de données ARIA recense 40 accidents en utilisant les mots-clés « digesteur » et « biogaz » et 36 représentent un intérêt dans l'analyse de l'accidentologie. La répartition par origine des 36 événements répertoriés est la suivante :

Origine	Nombre	Pourcentage (%)	Conséquences
Défaillance matérielle (fuite de joint corrosion, court-circuit ...)	19	53	Rejets de biogaz dans l'atmosphère, la dégradation du digesteur lui-même, et/ou une explosion (suivie d'un incendie), ou un incendie.
Défaillance humaine (erreur opératoire)	4	11	
Défaillance maîtrise des opérations (boucle de régulation)	2	6	
Causes externes (malveillance, accidents, routes, effets dominos ...)	1	3	
Causes naturelles (inondations, séismes, foudres...)	6	17	
Indéterminée ou incertaine	4	11	

Tableau 1 - Accidents recensés par la base de données ARIA – « Digesteur » & « Biogaz »

Ces accidents ont pour causes majoritaires des défaillances matérielles (53%).

En réponse aux différentes défaillances observées sur les digesteurs, les mesures de prévention et de protection suivantes seront notamment mises en œuvre sur la station de Nîmes.

Origine	Principales mesures mises en place
Défaillance matérielle (fuite de joint corrosion, court-circuit ...)	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des guides de construction (choix des équipements et des matériaux résistant aux produits présents dans les installations) - Utilisation d'équipements et matériaux connus et approuvés par la profession - Définition de gammes de maintenance préventive régulière selon la réglementation en vigueur et/ou selon données constructeur - Maintenabilité des équipements assurée (accessibilité) - Réalisation des contrôles électriques - Commissioning des équipements avant réception des ouvrages - Étude de risque ATEX et adéquation du matériel à l'étude suivant réglementation française et européenne.
Défaillance humaine (erreur opératoire)	<ul style="list-style-type: none"> - Formation des opérateurs appliquée aux spécificités des ouvrages et du process - Rédaction de modes opératoires - Organisation des tâches de façon à ce que les opérateurs disposent de pleins moyens pour la réalisation de ces dernières
Défaillance maîtrise des opérations (boucle de régulation)	<ul style="list-style-type: none"> - Déverminage des logiciels automates avant réception - Présence d'équipements (détection et alerte) indépendant du système de régulation - L'automatisme intègre des alarmes de niveau sur le niveau de boues du digesteur. Le digesteur est conçu pour travailler à niveau constant. Une mesure de niveau analogique dans la vasque l'alimentation du digesteur est prévue pour détecter une variation de niveau anormale (hausse = bouchage => arrêt alimentation / baisse = vidange) qui déclenchera des défauts et alarmes reportées en supervision et reliées au système d'astreinte.
Causes externes (malveillance, accidents, routes, effets dominos ...)	<ul style="list-style-type: none"> - Site fermé sécurisé avec contrôle d'accès - Digesteur éloigné de zones de circulation - Digesteur non compris dans une zone d'effet domino
Causes naturelles (inondations, séismes, foudres...)	<p>De façon générale, l'ouvrage est conçu conformément à réglementation en vigueur en ce qui concerne les conditions d'environnement climatique et risque naturel.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le digesteur est conçu pour résister à la contre pression des PHE avec comme hypothèse la cote 24,45mNGF. Le digesteur est dit « stable à vide », ce qui signifie que son poids propre est suffisamment conséquent pour opposer une résistance et une stabilité à la remontée de nappe ; - Conception et protection des ouvrages conformément à l'analyse de risque foudre et à l'étude de risque foudre réalisée sur le site - Prévention contre le gel = construction des ouvrages de génie civil suivant réglementation (risque modéré). Les soupapes de protection du digesteur sont calorifugées et tracées électriquement pour éviter tout dysfonctionnement lié au gel. Les canalisations à risque de gel sont protégées par calorifugeage. La température extérieure minimale considérée pour dimensionner les équipements est de -10°C. - Prévention contre la canicule = le digesteur est isolé. Les canalisations à risque de température élevée sont protégées par calorifugeage. La température extérieure maximale considérée pour dimensionner les équipements est de +40°C. Les équipements sensibles sont protégés du rayonnement direct du soleil (implantation en intérieur ou à l'ombre : orientation, casquette ou autre protection) - Prévention contre un séisme = zone sismicité faible (zone 2) catégorie d'importance 1. Il n'est pas requis une protection spécifique au-delà de la conception « normale » de l'ouvrage. - Prévention contre une tempête = ouvrage conforme avec vent zone 2.
Indéterminée ou incertaine	- /

Tableau 2 - Prise en compte du risque pour la conception du digesteur

3.1.2. Épurateur, stockage et réseau enterré

Concernant l'épurateur, la consultation de la base de données ARIA recense 157 accidents en utilisant les mots-clés "épurateur" et "biogaz" et 47 représentent un intérêt dans l'analyse de l'accidentologie. À noter que les doublons observés avec les retours d'expérience relatifs au digesteur (chapitre 3.1.1. ci-dessus) ont été retirés de l'analyse.

Les retours d'expérience comprenant les mots-clés « réseau enterré » et « biogaz » sont inclus dans ces accidents retenus.

La répartition par origine des 47 événements répertoriés est la suivante :

Origine	Nombre	Pourcentage (%)	Conséquences
Défaillance matérielle (fuite de joint corrosion, court-circuit ...)	7	15	incendies, des fuites de biogaz, et/ou une explosion (suivie d'un incendie)
Défaillance humaine (erreur opératoire)	3	6	
Défaillance maîtrise des opérations (boucle de régulation)	8	17	
Causes externes (malveillance, accidents, routes, effets dominos ...)	1	2	
Causes naturelles (inondations, séismes, foudres...)	13	28	
Indéterminée ou incertaine	15	32	

Tableau 3 - Accidents recensés par la base de données ARIA – « Réseau enterré » & « Biogaz »

Ces accidents ont pour causes majoritaires des cas indéterminés (32%) et des causes naturelles liées aux départs de feu et le gel de canalisations (28%).

En réponse aux différentes défaillances observées sur ces installations, les mesures de prévention et de protection suivantes seront notamment mises en œuvre sur la station de Nîmes.

Origine	Principales mesures mises en place
Défaillance matérielle (fuite de joint corrosion, court-circuit ...)	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des guides de construction (choix des équipements et des matériaux résistant aux produits présents dans les installations) - Utilisation d'équipements et matériaux connus et approuvés par la profession - Définition de gammes de maintenance préventive régulière selon la réglementation en vigueur et/ou selon données constructeur - Maintenabilité des équipements assurée (accessibilité) - Réalisation des contrôles électriques - Commissioning des équipements avant réception des ouvrages - Étude de risque ATEX et adéquation du matériel à l'étude suivant réglementation française et européenne.
Défaillance humaine (erreur opératoire)	<ul style="list-style-type: none"> - Formation des opérateurs appliquée aux spécificités des ouvrages et du process - Rédaction de modes opératoires - Organisation des tâches de façon à ce que les opérateurs disposent de pleins moyens pour la réalisation de ces dernières

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

Origine	Principales mesures mises en place
Défaillance maîtrise des opérations (boucle de régulation)	<ul style="list-style-type: none"> - Déverminage des logiciels automates avant réception - Présence d'équipements (détection et alerte) indépendant du système de régulation - Dispositif d'arrêt d'urgence de l'installation d'épuration en cas de fermeture de la vanne d'injection par GRDF : dans le cas de fermeture de la vanne de sécurité pour mise en sécurité du poste d'injection GRDF ou suite à une anomalie de fonctionnement qui peut être due à une non-conformité du biogaz produit, à un défaut de gestion de pression ou à un défaut interne du poste d'injection, le biométhane produit est renvoyé au producteur. Le biométhane renvoyé est mélangé au off-gaz de l'unité de purification pour reconstituer un biogaz qui sera renvoyé dans le gazomètre. Ce fonctionnement permet de limiter les variations de qualité de gaz trop importantes, pour assurer un fonctionnement correct des équipements de combustion, dont notamment la torchère.
Causes externes (malveillance, accidents, routes, effets dominos ...)	<ul style="list-style-type: none"> - Site fermé sécurisé avec contrôle d'accès - Pas d'axes routiers majeurs à proximité des ouvrages à risques - Vitesse de circulation limitée sur le site - Ouvrages à risques éloigné des zones d'effet domino autant que possible - Positionnement des tuyauteries et équipements aériens de biogaz / biométhane et boues à distance des circulations d'engins, ce qui permet de limiter les risques d'agression mécanique à la source - En cas de levage de charges (lors de travaux notamment), les circulations de charge ne survoleront pas les installations contenant du biogaz ou du biométhane.
Causes naturelles (inondations, séismes, foudres...)	<p>De façon générale, l'installation est conçue conformément à réglementation en vigueur en ce qui concerne les conditions d'environnement climatique et risque naturel.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ouvrages installés au-dessus de la cote des plus hautes eaux (cote HPE+30), ou conçus pour résister aux remontées de nappe jusqu'à la cote 24,45mNGF correspondant aux PHE (ouvrages stables à vide, stabilisation par pieux...) - Conception et protection des ouvrages conformément à l'analyse de risque foudre et à l'étude de risque foudre réalisée sur le site - Prévention contre le gel = construction des ouvrages de génie civil suivant réglementation (risque modéré). Les canalisations à risque de gel sont protégées par calorifugeage. La température extérieure minimale considérée pour dimensionner les équipements est de -10°C. - Prévention contre la canicule = les équipements sont dimensionnés en considérant une température extérieure maximale de 40°C. Pas de risque associé une température extérieure élevée sur les équipements. Les équipements sensibles sont protégés du rayonnement direct du soleil (implantation en intérieur ou à l'ombre : orientation, casquette ou autre protection) - Prévention contre un séisme = zone sismicité faible (zone 2). Il n'est pas requis une protection spécifique au-delà de la conception « normale » de l'ouvrage. - Prévention contre une tempête = Vent zone 2.
Indéterminée ou incertaine	- /

Tableau 4 - Prise en compte du risque pour les installations épuration et réseaux

Sur la ligne biogaz (20mbar environ), les organes ci-dessous sont susceptibles de générer une mise à l'atmosphère de biogaz :

- Soupape mécanique surpression / dépression sur le toit du digesteur. C'est le premier organe de protection à s'ouvrir en cas de surpression (pression de tarage la plus faible) - le rejet se fait sur toit du digesteur, en hauteur donc et en dehors d'une zone de circulation / travail.
- Soupape hydraulique de protection du gazomètre. Cet organe n'est susceptible de s'ouvrir que lorsque le digesteur est isolé, il sert de protection du gazomètre contre une surpression accidentelle. Le rejet de cette soupape hydraulique est situé à une hauteur 2,70 au-dessus du niveau du sol entre le pot de purge et le gazomètre.
- La garde hydraulique du pot de purge ne doit pas être considérée comme un organe de protection susceptible de rejeter du biogaz comme les soupapes mécaniques ou hydrauliques évoquées ; c'est une nécessité process liée au besoin d'évacuer des condensats. Le niveau du joint hydraulique est contrôlé par une sonde avec niveau bas en alarme, et un appoint d'eau automatique est prévu avec contrôle et appoint manuel. Le point de rejet à l'atmosphère de cette garde hydraulique est situé dans le regard du pot de purge qui est considéré en zone ATEX (risque fuite brides). Une détection H₂S dans le pot de purge est prévue.

Sur l'unité de purification du biogaz, les rejets des soupapes sont collectés et canalisés en hauteur (6 m environ par rapport au sol) et dilués avec le off-gaz avant rejet à l'atmosphère.

De façon générale :

- Tous les rejets ont fait l'objet d'une analyse du risque ATEX, le matériel environnant est installé en adéquation avec le zonage ATEX ; toute source d'inflammation potentielle est donc exclue par conception desdites zones.
- Les accès aux zones ATEX sont réservés au personnel formé et autorisé et ne sera qu'occasionnel pour ronde ou maintenance, aucun poste de travail n'est prévu à proximité de ces différents points de rejet. Une intervention dans ces zones est soumise à autorisation et analyse préalable, type "permis d'intervention" ou "permis de feu".

3.1.3. Gazomètre souple

Une recherche effectuée sur la base de données ARIA n'a pas permis de retrouver d'accident majeur sur un gazomètre souple.

Toutefois, les mesures prévention suivantes seront mises en place sur le gazomètre souple à membrane de la station de Nîmes.

Origine	Principales mesures mises en place
Défaillance matérielle (fuite de joint corrosion, court-circuit ...)	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des guides de construction (choix des équipements et des matériaux résistant aux produits présents dans les installations) - Utilisation d'équipements et matériaux connus et approuvés par la profession - Définition de gammes de maintenance préventive régulière selon la réglementation en vigueur et/ou selon données constructeur - Maintenabilité des équipements assurée (accessibilité) - Réalisation des contrôles électriques - Commissioning des équipements avant réception des ouvrages - Étude de risque ATEX et adéquation du matériel à l'étude suivant réglementation.
Défaillance humaine (erreur opératoire)	<ul style="list-style-type: none"> - Formation des opérateurs appliquée aux spécificités des ouvrages et du process - Rédaction de modes opératoires - Organisation des tâches de façon à ce que les opérateurs disposent de pleins moyens pour la réalisation de ces dernières
Défaillance maîtrise des opérations (boucle de régulation)	<ul style="list-style-type: none"> - Déverminage des logiciels automates avant réception - Présence d'équipements (détection et alerte) indépendant du système de régulation
Causes externes (malveillance, accidents, routes, effets dominos ...)	<ul style="list-style-type: none"> - Site fermé sécurisé avec contrôle d'accès - Pas d'axes routiers majeurs à proximité des ouvrages à risques - Vitesse de circulation limitée sur le site - Le gazomètre est éloigné des seuils d'effet dangereux induits par d'autres ouvrages - En cas de grutage prévu à proximité du gazomètre, un fonctionnement à niveau bas sera mis en œuvre. Une analyse du risque sera conduite et un inertage sera mis en œuvre si nécessaire.
Causes naturelles (inondations, séismes, foudres...)	<p>De façon générale, l'installation est conçue conformément à réglementation en vigueur en ce qui concerne les conditions d'environnement climatique et risque naturel.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le gazomètre est dimensionné pour résister à la poussée exercée par la remontée des eaux - Conception et protection des ouvrages conformément à l'analyse de risque foudre et à l'étude de risque foudre réalisée sur le site - Prévention contre le gel = Garde hydraulique protégée du gel par un remplissage à l'eau glycolée à 30%. Température extérieure minimal considéré 10°C. - Prévention contre la canicule = les équipements sont dimensionnés en considérant une température extérieure maximale de 40°C. Les équipements sensibles sont protégés du rayonnement direct du soleil (implantation en intérieur ou à l'ombre : orientation, casquette...) - Prévention contre un séisme = zone sismicité faible (zone 2). Il n'est pas requis une protection spécifique au-delà de la conception « normale » de l'ouvrage. - Prévention contre une tempête = dimensionnement selon guide métier et normes européennes de conception.
Indéterminée ou incertaine	- /

Tableau 5 - Prise en compte du risque pour le gazomètre à membrane

3.2. PAR APPROCHE PROCESS GLOBALE

Concernant la totalité du process étudié, la consultation de la base de données ARIA recense plus de 200 accidents et 83 représentent un intérêt dans l'analyse de l'accidentologie. La répartition par origine des 88 événements répertoriés est la suivante :

Origine	Nombre	Pourcentage (%)	Conséquences
Défaillance matérielle (fuite de joint corrosion, court-circuit ...)	26	31	incendies, des fuites de biogaz, et/ou une explosion (suivie d'un incendie)
Défaillance humaine (erreur opératoire)	7	8	
Défaillance maîtrise des opérations (boucle de régulation)	10	12	
Causes externes (malveillance, accidents, routes, effets dominos ...)	2	2	
Causes naturelles (inondations, séismes, foudres...)	19	23	
Indéterminée ou incertaine	19	23	

Tableau 6 - Accidents recensés par la base de données ARIA – Total pour le procédé étudié

Ces accidents ont pour causes majoritaires des défaillances matérielles (31%), des causes naturelles (23%) et des cas indéterminés (23%).

D'une manière générale, les mesures prévention suivantes seront mises en place sur la station de Nîmes

Origine	Principales mesures mises en place
Défaillance matérielle (fuite de joint corrosion, court-circuit ...)	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des guides de construction (choix des équipements et des matériaux résistant aux produits présents dans les installations) - Utilisation d'équipements et matériaux connus et approuvés par la profession - Définition de gammes de maintenance préventive régulière selon la réglementation en vigueur et/ou selon données constructeur - Maintenabilité des équipements assurée (accessibilité) - Réalisation des contrôles électriques - Commissioning des équipements avant réception des ouvrages - Étude de risque ATEX et adéquation du matériel à l'étude suivant réglementation française et européenne.
Défaillance humaine (erreur opératoire)	<ul style="list-style-type: none"> - Formation des opérateurs appliquée aux spécificités des ouvrages et du process - Rédaction de modes opératoires - Organisation des tâches de façon à ce que les opérateurs disposent de pleins moyens pour la réalisation de ces dernières
Défaillance maîtrise des opérations (boucle de régulation)	<ul style="list-style-type: none"> - Déverminage des logiciels automates avant réception - Présence d'équipements (détection et alerte) indépendant du système de régulation

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

Origine	Principales mesures mises en place
Causes externes (malveillance, accidents, routes, effets dominos ...)	<ul style="list-style-type: none"> - Site fermé sécurisé avec contrôle d'accès - Pas d'axes routiers majeurs à proximité des ouvrages à risques - Vitesse de circulation limitée sur le site - Ouvrages à risques éloigné des zones d'effet domino autant que possible
Causes naturelles (inondations, séismes, foudres...)	<p>De façon générale, l'installation est conçue conformément à réglementation en vigueur en ce qui concerne les conditions d'environnement climatique et risque naturel.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ouvrages installés au-dessus de la cote des plus hautes eaux (cote HPE+30) ou conçus pour résister aux remontées de nappe - Conception et protection des ouvrages conformément à l'analyse de risque foudre et à l'étude de risque foudre réalisée sur le site - Prévention contre le gel = température minimale considérée pour les équipements -10°C - Prévention contre la canicule = température maximale considérée pour les équipements +40°C Les équipements sensibles sont protégés du rayonnement direct du soleil (implantation en intérieur ou à l'ombre : orientation, casquette ou autre protection) - Prévention contre un séisme = zone sismicité faible (zone 2) catégorie d'importance 1 ou 2 suivant les ouvrages / locaux. Il n'est pas requis une protection spécifique au-delà de la conception « normale » de l'ouvrage. - Prévention contre une tempête = Vent zone 2.
Indéterminée ou incertaine	- /

Tableau 7 - Principales mesures de prévention mises en place sur la station d'épuration

En conclusion, les dispositifs techniques mis en œuvre sur les types ouvrages de la station, et tenant compte-tenu du retour d'expérience accidentel de chacun, permettront de réduire significativement voire supprimer le risque d'accident majeur.

4. AGRESSEURS

4.1. AGRESSEURS NATURELS

4.1.1. Agresseurs naturels

4.1.1.1. Foudre

La Densité de foudroiement (niveau Ng) définit le nombre d'impact foudre par an et par km² dans une région. Le département du Gard présente un nombre d'impacts estimée à 3,6 points de contacts/an/km².

Le niveau kéraunique est le nombre moyen de jours d'orage pour une année. Cet indice est utilisé notamment dans la norme sur les installations électriques C15-100. Avec un niveau kéraunique de 36, le département du Gard figure parmi les départements les plus impactés de France.

L'étude foudre réalisée sur le site permet de prévenir les conséquences d'un coup de foudre sur les installations. **L'étude foudre est présentée en annexe.**

Compte-tenu des protections en place, cet évènement naturel ne sera pas retenu comme évènement initiateurs.

4.1.1.2. Canicule

Le mois le plus chaud de l'année est celui de Juillet avec une température moyenne de 24.9 °C, avec quelques épisodes caniculaires possibles.

La température extérieure maximale considérée pour dimensionner les équipements est de +40°C. Le digesteur est isolé. Les canalisations à risque de température élevée sont protégées par calorifugeage. Les équipements sensibles sont protégés du rayonnement direct du soleil (implantation en intérieur ou à l'ombre : orientation, casquette ou autre protection). D'une manière générale, il n'y a pas de risque associé une température extérieure élevée sur les équipements.

Compte-tenu des protections en place, cet évènement naturel ne sera pas retenu comme évènement initiateurs.

4.1.1.3. Froid extrême

Le mois le plus froid de l'année est celui de Janvier avec une température moyenne de 6.2 °C. La température minimale considérée pour les équipements -10°C.

D'une manière générale, il n'y a pas de risque associé une température extérieure très faible sur les équipements. Toutefois, afin de garantir le bon fonctionnement des installations, des dispositions comme une protection mécanique adaptée des équipements sera prévue.

Compte-tenu des protections en place, cet évènement naturel ne sera pas retenu comme évènement initiateurs.

4.1.1.4. Risque sismique

Le site est classé en zone de sismicité 2 (sismicité faible), selon l'article D.563-8-1 du Code de l'Environnement.

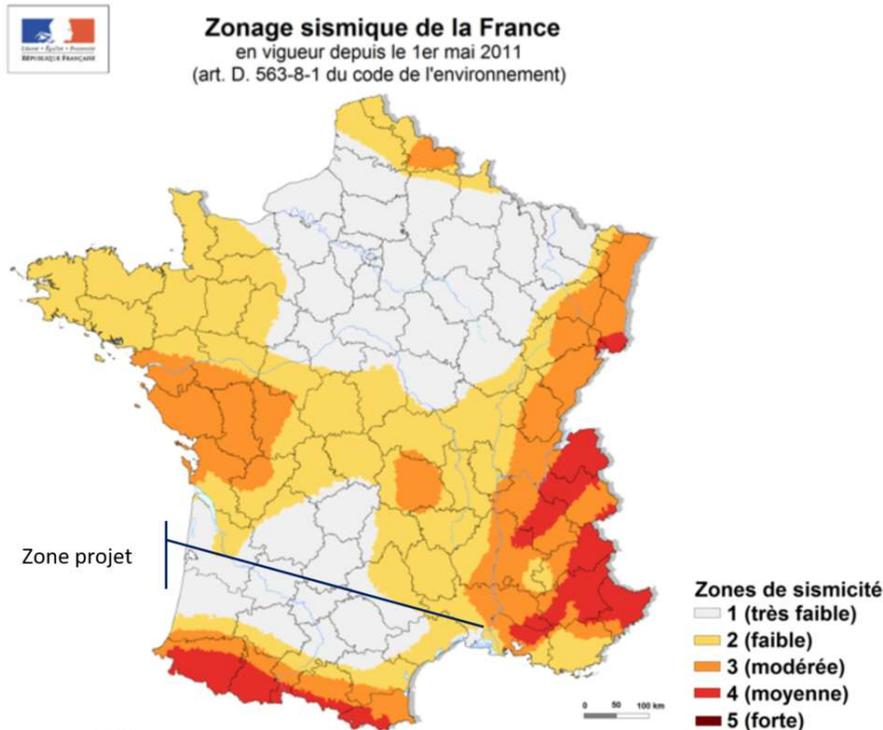


Figure 2 - Sismicité de la zone

Les installations sont conformes à la section II de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ou à l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Compte-tenu des dispositions constructives en place, cet évènement naturel ne sera pas retenu comme évènement initiateurs.

4.1.1.5. Risques inondation Remontée de nappes

Le Plan de Prévention des Risques d'Inondations (PPRI), la nappe est située entre 2 et 3m sous le terrain naturel du site, soit environ 20,5 mNGF.

Le site de la station est classé en zone inondation par aléa modéré à très fort.

D'une manière générale, les ouvrages sont installés au-dessus de la cote des plus hautes eaux (cote HPE+30), ou conçus pour résister aux remontées de nappe jusqu'à la cote 24,75mNGF correspondant aux plus hautes eaux, au moyen de dispositifs tels que : ouvrages stables à vide, stabilisation par pieux...

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers
VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

Compte-tenu des dispositions constructives en place, cet évènement naturel ne sera pas retenu comme évènement initiateurs.

4.1.1.6. Vent

La ville de Nîmes est classée en zone 2, selon la règle NV 65 et modifiées par le document AFNOR P06-002 "Règles NV65 & 84".

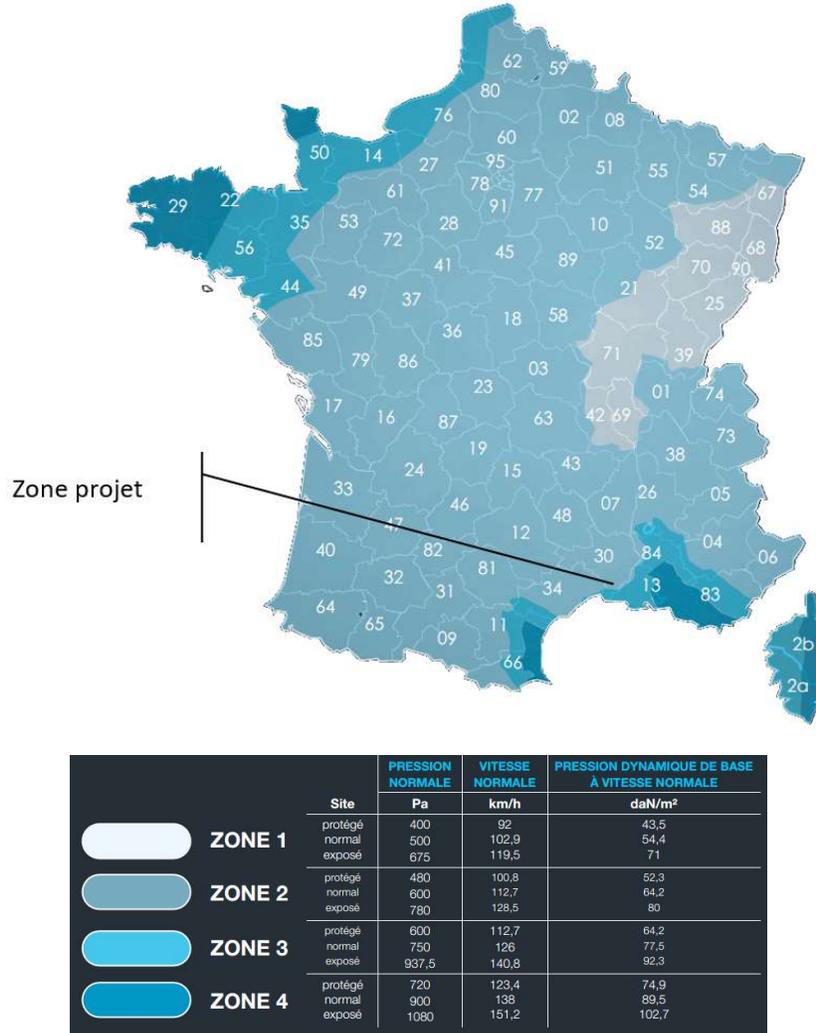


Figure 3 - Zones de force des vents en France

Les installations sont conçues suivant les dispositions techniques imposées par le classement en zone de force 2.

Cet évènement naturel ne sera pas retenu comme évènement initiateurs.

4.1.1.7. Sol et cavité souterrain

La zone n'est pas concernée par le risque de cavité souterraine, de mouvement de terre, ou de retrait/gonflement des sols.

Cet évènement naturel ne sera pas retenu comme évènement initiateurs.

4.2. AGRESSEURS HUMAINS

L'environnement humain situé à proximité du site susceptible de générer des effets dangereux sur la zone est détaillé dans l'environnement ci-après :

Installations identifiées	Distance et orientation	Commentaires
Conduite enterrée de gaz naturel GRDF (23 barg)	Directement au sud du site dans l'alignement de l'impasse des Jasons	Effet dangereux potentiels sur la zone en cas de défaillance majeure de la conduite. Installations exploitées par GRDF et conformes aux normes en matière de conception, d'exploitation et de maintenance
Société EVOLIA	Directement à l'Ouest de la station d'épuration, et à environ 200 mètres de la zone	Pas d'effet dangereux supposé compte-tenu de l'éloignement
Société PAPREC	Directement au Nord de la station d'épuration, et à environ 150 mètres de la zone	Pas d'effet dangereux supposé compte-tenu de l'éloignement
Ligne électrique aérienne	Située à l'Ouest de la station d'épuration, et à environ 180 mètres de la zone	Pas d'interaction dangereuse supposée compte-tenu de l'éloignement
Routes	Voies d'accès à la zone industrielle jouxtant la station d'épuration	Zone industrielle située dans une impasse, trafic peu intense, vitesse réduite.

Tableau 8 - Environnement humain susceptible de générer un danger autour du site

5. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

5.1. METHODOLOGIE D'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse préliminaire des risques permet d'identifier les situations à risques susceptibles de se produire sur le site, puis de procéder à une hiérarchisation de ces situations accidentelles en vue de sélectionner les phénomènes dangereux les plus significatifs susceptibles de générer des effets en dehors des limites de propriété du site.

La méthode dite d'Analyse Préliminaire des Risques (APR) utilisée se présente sous la forme d'élaboration de tableaux. Ces derniers seront renseignés de façon à garantir de l'exhaustivité de l'analyse, ils comprendront entre autres les champs suivants :

- Installation analysée ;
- Potentiel de danger associé ;
- Situation à risque ;
- Conséquences potentielles ;
- Évaluation qualitative de la gravité des scénarios identifiés abordée dans le paragraphe suivant (évaluation portant exclusivement sur les personnes situées à l'extérieur des limites de l'usine) ;
- Détermination de la présence d'effets potentiels en dehors des limites de propriété du site.

Au stade de l'analyse des risques, il s'agit de déterminer si l'occurrence d'un phénomène dangereux est susceptible de conduire à des effets physiques possibles ou non, à dire d'expert. Cette intensité ne nécessite pas d'être déterminée finement pour chaque phénomène dangereux. Une cotation à l'aide d'une échelle simple doit permettre d'estimer si les effets du phénomène dangereux peuvent potentiellement atteindre des enjeux situés au-delà des limites de l'établissement, directement ou par effets dominos. La cotation a été réalisée avec la participation d'un ingénieur en risque industriel et l'exploitant de la station.

En fin d'Analyse Préliminaire des Risques, il est possible d'établir une liste de phénomènes dangereux pouvant avoir des effets à l'extérieur de l'établissement ou être à l'origine d'effets dominos. Cette liste est issue d'une évaluation qualitative de l'intensité des phénomènes dangereux.

L'évaluation qualitative de la gravité des conséquences sera élaborée sur la base d'une échelle d'évaluation associée à des critères d'évaluation. L'échelle employée est différente de l'échelle d'évaluation de l'arrêté du 29/09/05, de façon à éviter toute confusion avec l'analyse détaillée des risques qui sera réalisée ultérieurement, le cas échéant.

Cette échelle utilisée est la suivante :

Intensité potentielle	Critère d'évaluation
IP4	Effets directs létaux ou irréversibles supposés à l'extérieur au site
IP3	Effets directs <i>a priori</i> limités au site, mais pouvant potentiellement conduire à un événement de plus grande ampleur par effet domino Effets indirects(bris de vitre) extérieurs au site
IP2	Effets limités aux installations concernées, sans effet dangereux sur les installations voisines (absence d'effet domino), mais pouvant avoir des conséquences graves sur un ou plusieurs salariés
IP1	Effets locaux, sans effets graves sur les salariés (pas d'arrêt de travail)
IP0	Non pris en compte dans l'évaluation de la gravité ou pas de potentiel de danger majeur identifié

Tableau 9 - Critères d'évaluation de l'analyse préliminaire des risques

Sur la base de cette échelle, seuls les scénarios accidentels identifiés avec une intensité potentielle IP4 feront l'objet de modélisation.

5.2. REALISATION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse préliminaire des risques est réalisée a priori sur la base du retour d'expérience de l'exploitant, et sur la base des retours d'expérience d'accidentologie du domaine et d'installations similaires.

Le tableau de synthèse de l'analyse préliminaire des risques est présenté à la page suivante.

Produits / Équipements	Potentiel de danger associé	Situation à risque / Causes	Phénomènes dangereux	Barrières de sécurité	IP
USINE					
Bâtiment technique	Présence de matériaux combustibles	Source d'ignition, défaillance électrique Effet domino	Incendie	Système de sécurité incendie	IP2
Groupe électrogène	Présence de matériaux combustibles	Source d'ignition, défaillance électrique Effet domino	Incendie	Système de sécurité incendie	IP2
PROCESS EAU					
Poste de pompage intermédiaire	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO
Poste d'accueil des boues humides	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO
Traitement primaire	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO
Répartition	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO
PROCESS BOUES					
Unité de stockage des graisses internes	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO
Épaulement statique des boues primaires	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO
Épaulement des boues biologiques	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO
Bâche de stockage et homogénéisation des boues avant digestion	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

ARTELIA / SEPTEMBRE 2021 / 8514422

PAGE 34 / 136

Produits / Équipements	Potentiel de danger associé	Situation à risque / Causes	Phénomènes dangereux	Barrières de sécurité	IP
Local de recirculation des boues digérées	Circulation de boues en canalisations fermées	Rupture de canalisation et épandage de boues, formation d'un fuseau inflammable à l'intérieur du local Effet domino	Risque d'explosion de biogaz	Gestion des opérations de maintenance	IP4
Déshydratation des boues digérées.	Centrifugeuse	Présence de fines	Risque d'explosion de fines (poussières)	Zonage ATEX et conception conforme des centrifugeuses	IP2
Deux cuves tampon boues liquide	Cuve vide 24 m ³	Possibilité de formation d'un ciel gazeux ATEX	Risque d'explosion de biogaz	Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP2
PROCESS BIOGAZ					
Digesteur	Volume à vide du digesteur : 5953 m ³	Entrée d'air et création d'un mélange air/biogaz compris dans le domaine d'explosivité du biogaz Inflammation du mélange gazeux Effet domino	Explosion confinée du digesteur	Équipement ATEX dans les zones concernées Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4
	Ciel gazeux de biogaz en fonctionnement normal : 453 m ³	Entrée d'air et création d'un mélange air/biogaz compris dans le domaine d'explosivité du biogaz Inflammation du mélange gazeux Effet domino	Explosion confinée du digesteur	Équipement ATEX dans les zones concernées Procédures opératoires et de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4
	Soupape de dépression au-dessus du digesteur	Montée en pression dans le réseau biogaz, entraînant un nuage de biogaz à la soupape en toiture, et formation d'un fuseau inflammable	Explosion non confinée de biogaz	Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4
Bâche de stockage des boues digérées (bâche aval)	Volume à vide de la bâche aval : 645 m ³	Entrée d'air et création d'un mélange air/biogaz compris dans le domaine d'explosivité du biogaz Inflammation du mélange gazeux Effet domino	Explosion confinée de la bâche aval de digestat	Équipement ATEX dans les zones concernées Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

ARTELIA / SEPTEMBRE 2021 / 8514422

PAGE 35 / 136

Produits / Équipements	Potentiel de danger associé	Situation à risque / Causes	Phénomènes dangereux	Barrières de sécurité	IP
	Ciel gazeux de biogaz à niveau de liquide maximum : 65 m ³	Entrée d'air et création d'un mélange air/biogaz compris dans le domaine d'explosivité du biogaz Inflammation du mélange gazeux Effet domino	Explosion confinée de la bêche aval de digestat	Équipement ATEX dans les zones concernées Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4
Gazomètre	Volume total du gazomètre : 1 100 m ³ de biogaz	Entrée d'air et création d'un mélange air/biogaz compris dans le domaine d'explosivité du biogaz Inflammation du mélange gazeux Effet domino	Explosion confinée du gazomètre	Équipement ATEX dans les zones concernées Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4
		Ruine catastrophique du gazomètre et dégagement instantané de biogaz Inflammation du nuage de gazeux Effet domino	Nuage inflammable / Explosion de biogaz	Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4
		Montée en pression à l'intérieur du gazomètre et rejet par la garde hydraulique Inflammation du mélange gazeux	Nuage inflammable / Explosion de biogaz	Design du process Procédures d'exploitation et de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP3
Unité de purification du biogaz (épurateur membranaire)	Volume total du container de l'unité d'épuration : Container de 40 pieds L * l * h = 12,2 * 2,4 * 2,6 m	Fuite de biogaz ou de biométhane à l'intérieur du container Inflammation du mélange gazeux Effet domino	Explosion confinée de l'unité de purification du biogaz	Équipement ATEX Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4
	Canalisation aérienne biogaz : Maximum = 15 barg / 30,52 mm	Fuite de biométhane à l'extérieur Inflammation du mélange gazeux Effet domino	Explosion non-confinée du fuseau inflammable	Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

ARTELIA / SEPTEMBRE 2021 / 8514422

PAGE 36 / 136

Produits / Équipements	Potentiel de danger associé	Situation à risque / Causes	Phénomènes dangereux	Barrières de sécurité	IP
Unité d'injection de biométhane dans le réseau GrDF (poste gaz)	Volume du ciel gazeux de biogaz ou de biométhane : 6 m ³	Fuite de biométhane à l'intérieur du container Inflammation du mélange gazeux Effet domino	Explosion confinée de l'unité d'injection du biométhane	Équipement exploité et entretenu par GRDF	IP4
	Tuyauterie d'arrivée du biométhane dans le poste d'injection	Fuite de biométhane	Jet enflammé	Équipement exploité et entretenu par GRDF	IP4
Vide sanitaire sous unité d'injection de biométhane dans le réseau GrDF	Volume du ciel gazeux de biogaz ou de biométhane : 10,3 m ³	Fuite de biométhane à l'intérieur du container Inflammation du mélange gazeux	Explosion confinée de l'unité d'injection du biométhane	Équipement exploité et entretenu par GRDF	IP4
Pot de purge	Explosion d'un nuage de gaz	Fuite de biométhane à l'extérieur Inflammation du mélange gazeux Effet domino	Explosion non-confinée du fuseau inflammable	Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP2
Torchère	Débit maximal de biogaz : 403 Nm ³ /h	Défaillance d'allumage de la torchère et fuite de biogaz à l'atmosphère, avec inflammation du nuage de biogaz Effet domino	Nuage inflammable / Explosion de biogaz	Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4
Tuyauterie aérienne basse pression de biogaz	Rupture franche Dimension tuyauterie = 28 mbarg / 215 mm	Défaillance de la tuyauterie en sortie du digesteur, et fuite de biogaz ou de biométhane à l'atmosphère, avec inflammation du nuage de biogaz	Nuage inflammable / Explosion de biogaz ou de biométhane	Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4
	Fuite partielle Dimension tuyauterie = 28 mbarg / 215 mm	Défaillance de la tuyauterie en sortie du digesteur, et fuite de biogaz ou de biométhane à l'atmosphère, avec inflammation du nuage de biogaz	Nuage inflammable / Explosion de biogaz ou de biométhane	Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP2
Tuyauterie enterrée basse pression de biogaz	Fuite partielle Dimension tuyauterie = 25 mbarg / 198 mm	Défaillance d'une canalisation et fuite de biogaz ou de biométhane à l'atmosphère, avec inflammation du nuage de biogaz	Nuage inflammable / Explosion de biogaz ou de biométhane	Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

ARTELIA / SEPTEMBRE 2021 / 8514422

PAGE 37 / 136

Produits / Équipements	Potentiel de danger associé	Situation à risque / Causes	Phénomènes dangereux	Barrières de sécurité	IP
Tuyauterie enterrée haute pression de biométhane	Fuite partielle Dimension tuyauterie = 8,2 barg / DN 51,3	Défaillance de la canalisation enterrée de biométhane (vers unité d'injection) et fuite de biogaz ou de biométhane à l'atmosphère, avec inflammation du nuage de biogaz	Nuage inflammable / Explosion de biogaz ou de biométhane	Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP4
Ouverture d'une soupape sur le réseau	Soupape de sécurité sur le procédé d'épuration	Ouverture d'une soupape de sécurité et formation d'un nuage de biogaz ou de biométhane à l'atmosphère, avec inflammation du nuage de biogaz	Nuage inflammable / Explosion de biogaz ou de biométhane	Équipement ATEX Procédures de maintenance Gestion des interventions avec point chaud à proximité	IP2
PROCESS AIR					
Unité de désodorisation (filtre biologique)	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO
Unité de désodorisation (filtre charbon actif)	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO
Bâtiment technique ventilation	Pas de potentiel de danger majeur associé	/	/	/	IPO

Tableau 10 - Tableau d'analyse préliminaire des risques

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

ARTELIA / SEPTEMBRE 2021 / 8514422

PAGE 38 / 136

5.3. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES RISQUES

L'analyse préliminaire des risques réalisée au chapitre 5.2 a permis d'identifier certains phénomènes dangereux comme étant susceptibles de générer des effets dangereux en dehors des limites de propriété. Il s'agit des phénomènes dangereux estimés avec une intensité potentielle **IP4**. Ces phénomènes dangereux sont présentés dans le Tableau 11 ci-après. Dans le chapitre 6, ils feront l'objet de modélisations afin de vérifier l'existence ou non d'effets dangereux avérés en dehors des limites de propriété.

Produits / Équipements	Phénomènes dangereux
Digesteur	Explosion confinée du digesteur plein
	Explosion confinée du digesteur vide
	Fuite de biogaz par la soupape au-dessus du digesteur
Bâche de stockage des boues digérées (bâche aval)	Explosion confinée de la bâche aval à boues vide
	Explosion confinée de la bâche aval à boues pleine
Local de recirculation des boues	Explosion confinée du local de recirculation des boues
Gazomètre	Explosion confinée du gazomètre
	Incendie ou explosion d'un nuage de biogaz à l'atmosphère
Unité de purification du biogaz	Explosion confinée de l'unité de purification du biogaz
Unité d'injection de biométhane dans le réseau GrDF	Explosion confinée de l'unité d'injection du biométhane
Vide sanitaire sous l'unité d'injection de biométhane dans le réseau GrDF	Explosion au sein du vide sanitaire
Torchère	Nuage inflammable / Explosion de biogaz
Réseaux tuyauterie aérienne de biogaz basse pression	Incendie ou explosion d'un nuage inflammable à l'atmosphère
Réseaux tuyauterie enterrée de biogaz basse pression	Incendie ou explosion d'un nuage inflammable à l'atmosphère
Réseaux tuyauterie enterrée de biométhane haute pression	Incendie ou explosion d'un nuage de biogaz ou de biométhane à l'atmosphère
Réseaux tuyauterie enterrée de biométhane ou de biogaz haute pression	Incendie ou explosion d'un nuage de biogaz ou de biométhane à l'atmosphère

Tableau 11 - Synthèse de l'analyse préliminaire des risques

6. MODELISATION DES PHENOMENES DANGEREUX

Les phénomènes dangereux dimensionnants, susceptibles de se produire sur les futures installations et susceptibles de générer des effets dangereux à l'extérieur des limites de propriété du site font l'objet de modélisation afin de confirmer la présence ou non de tels effets dangereux :

- PhD1a - Explosion du ciel gazeux du digesteur en fonctionnement normal (effets de surpression) ;
- PhD1b - Explosion du ciel gazeux du digesteur à vide (effets de surpression) ;
- PhD2a - Explosion de la bêche à boues digérées pleine (effets de surpression) ;
- PhD2b - Explosion de la bêche à boues digérées à vide (effets de surpression) ;
- PhD3a - Explosion du gazomètre (effets de surpression) ;
- PhD3b - Explosion non confinée de biogaz consécutive à la ruine du gazomètre (effets thermiques et de surpression) ;
- PhD4 - Explosion de biogaz dans le container à membranes (effets de surpression) ;
- PhD5a - Explosion de biométhane dans le poste d'injection (effets de surpression) ;
- PhD5b - Explosion de biométhane dans le vide sanitaire sous le poste d'injection ;
- PhD6 - Explosion non confinée de biogaz suite à l'extinction de la torchère (effets thermiques et de surpression) ;
- PhD7 - Fuite de gaz à partir d'une canalisation aérienne haute pression de biogaz ou de biométhane (effets thermiques et de surpression) ;
- PhD8 - Fuite soupape digesteur (effets thermiques et de surpression) ;
- PhD9 - Rupture de la tuyauterie basse pression aérienne reliant le digesteur au gazomètre ;
- PhD9 - Rupture de la tuyauterie basse pression enterrée ;
- PhD11 - Explosion du local technique du digesteur ;
- PhD12 - Feu torche/UVCE/flash fire sur la tuyauterie enterrée de biométhane.

Ces modélisations sont réalisées en l'absence de barrières de sécurité actives, ou en considérant que ces barrières ne fonctionnent pas.

6.1. CRITERES RETENUS POUR LA DETERMINATION DES ZONES DE DANGERS

6.1.1. Valeurs seuils d'effet

Les valeurs seuils retenues sont celles de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations soumises à autorisation.

6.1.1.1. Seuils d'effets thermiques

	Valeurs	Commentaires
Effets sur l'homme	3 kW/m ² ou 600 (kW/m ²) ^{4/3} .s ou 1,1 x distance à la LIE	SEI Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine ».
	5 kW/m ² ou 1 000 (kW/m ²) ^{4/3} .s ou distance à la LIE	SPEL Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »
	8 kW/m ² ou 1 800 (kW/m ²) ^{4/3} .s ou distance à la LIE	SELS Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine »
Effets sur les structures	5 kW/m ²	Seuil des destructions de vitres significatives.
	8 kW/m ²	Seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures (risque de propagation du feu aux matériaux combustibles exposés de façon prolongé).
	16 kW/m ²	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton

Tableau 12 - Seuils des effets thermiques pris en compte dans l'étude des dangers

Nota : Les valeurs en kW/m² sont considérées pour les flux rayonnés en continu (durée supérieure à 2 minutes). Les valeurs en (kW/m²)^{4/3}.s sont des doses, à considérer pour les flux rayonnés durant une durée inférieure à 2 minutes.

Pour le flash-fire, les seuils sont fonctions de la distance à la LIE (limite inférieure d'inflammabilité).

6.1.1.2. Seuils d'effets de surpression

	Valeurs	Commentaires
Effets sur l'homme	20 mbar	SER Seuil des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme.
	50 mbar	SEI Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine ».
	140 mbar	SPEL Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »
	200 mbar	SELS Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine »
Effets sur les structures	20 mbar	Seuil des destructions significatives de vitres.
	50 mbar	Seuil des dégâts légers sur les structures.
	140 mbar	Seuil des dégâts graves sur les structures.
	200 mbar	Seuil des effets domino.

Tableau 13 - Seuils des effets de surpression pris en compte dans l'étude des dangers

6.1.2. Caractéristiques du biogaz et du biométhane

6.1.2.1. Composition

Le biogaz est composé de méthane (CH₄), de dioxyde carbone (CO₂) et, en moindre proportion, d'eau (H₂O), d'azote (N₂) et d'hydrogène sulfuré (H₂S). Sa composition varie selon les caractéristiques de la matière organique et les techniques utilisées. La composition moyenne du biogaz produit sur la station d'épuration de Nîmes est la suivante :

Composition du biogaz	
Composé	Concentration dans le biogaz
Méthane	65%
Dioxyde de carbone	30%
Azote	2%
Hydrogène	< 1%
Hydrogène sulfuré (H ₂ S)	< 1%
Eau	Traces
Composés aromatiques organo-halogénés.	Traces

Tableau 14 - Composition moyenne du biogaz

La composition moyenne du biométhane (obtenu après purification du biogaz) est la suivante :

Composition du biométhane	
Composé	Concentration dans le biométhane
Méthane	97%
Dioxyde de carbone	<2%

Tableau 15 - Composition moyenne du biométhane

6.1.2.2. Caractéristique d'explosion du gaz

Dans la présente étude des dangers, le domaine d'explosivité du biogaz est pris égal à celui du méthane, c'est-à-dire avec une Limite Inférieure d'Explosivité à 5%, et une Limite Supérieure d'Explosivité à 15%. En effet il est considéré cette approche conservatrice considérant que la Limite Supérieure d'Explosivité du biogaz à 60% est plus faible (égale à 12,4% (INERIS – rapport n°46032 – 2006)).

L'énergie de combustion d'un mélange stœchiométrique air-méthane est de 3,23 MJ/m³ de mélange (source : Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapour Cloud Explosions, Flash Fires and BLEVEs - (Harris 1983)). L'énergie de combustion d'un mélange stœchiométrique air-biogaz est fixée à 2,10 MJ/m³ de mélange (pour une teneur en méthane dans le biogaz de 65%).

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

6.2. MODELES DE CALCUL UTILISES

6.2.1. Modélisation de la dispersion atmosphérique d'un rejet de gaz

La détermination des effets des phénomènes de dispersion toxique et d'explosion retardée (UVCE / Flash fire) est réalisée au moyen du logiciel de modélisation PHAST.

Les trois paramètres importants pour la phase de dispersion qu'intègre le logiciel PHAST sont :

- Les conditions météorologiques ;
- Les conditions orographiques (coefficient de rugosité du terrain uniforme) ;
- Un facteur correctif de dispersion du nuage (averaging time).

Conditions orographiques

Les conditions orographiques représentent l'état de rugosité du terrain environnant les installations étudiées. Elles sont traduites de la même manière qu'un coefficient de frottement du nuage sur le sol produisant deux effets antagonistes :

- Elle augmente la turbulence favorisant la dilution ;
- Elle freine le nuage, ce qui favorise l'effet d'accumulation et la concentration.

La rugosité varie selon le type d'environnement. Dans la présente étude, en accord avec les pratiques en vigueur (guide DT102), une rugosité de 1 mètre a été choisie dans le logiciel PHAST. Elle traduit un environnement du type zone industrielle.

Conditions météorologiques :

Les conditions météorologiques ont une importance certaine pour les dispersions. Ce sont ces conditions qui régissent la cinétique de la phase gaz après la phase de rejet. Elles sont définies par une classe de stabilité (classe de Pasquill), la vitesse de vent à 10 mètres de hauteur et la température ambiante.

Conformément à la fiche n°2 de la circulaire du 10 mai 2010, les conditions considérées sont :

Typologie de rejet	Stabilité atmosphérique	Vitesse de vent considérée à 10 m de hauteur (m/s)	Température ambiante
Rejet horizontal ou au niveau du sol	D (neutre)	5	20
	F (très stable)	3	15
Rejet en altitude ou rejet vertical ou rejet de gaz léger	A	3	20
	B	3	
		5	
	C	5	
		10	
	D	5	
		10	
E	3	15	
F	3		

Tableau 16 - Conditions atmosphériques considérées dans PHAST

Quelles que soient les conditions atmosphériques, l'humidité relative de l'air est considérée égale à 70%.

6.2.2. Modélisation des effets thermiques et de surpression liés à une explosion non confinée

L'inflammation retardée d'un nuage de gaz inflammable génère :

- Des effets de surpression (UVCE, Unconfined Vapour Cloud Explosion) ;
- Des effets thermiques (Flash fire ou feu de nuage).

De manière générale, le terme UVCE s'applique lorsque des effets de pression sont observés, alors que le terme flash fire est réservé aux situations où la combustion du nuage ne produit pas d'effets de surpression. Cependant il s'agit dans les deux cas du même phénomène physique, à savoir la combustion d'un mélange gazeux inflammable.

Modélisation des effets thermiques du flash-fire :

Conformément à la fiche n°3 de la circulaire du 10 mai 2010 (« Les phénomènes dangereux associés aux GPL dans les établissements de stockage hors raffineries et pétrochimie – l'UVCE ») les effets thermiques du Flash fire (ou feu de nuage) sont définis comme suit :

- Distance au seuil des effets létaux significatifs = **distance à la LIE**
- Distance au seuil des effets létaux = **distance à la LIE**
- Distance au seuil des effets irréversibles = **1,1 x distance à la LIE**

La distance à la LIE est déterminée avec le logiciel PHAST.

Modélisation des effets de surpression de l'UVCE :

La modélisation des effets de surpression de l'UVCE est réalisée à partir de la méthode multi-énergie, présentée ci-dessous.

Les distances sont calculées avec le logiciel PHAST.

Il est à noter que dans le cas des nuages dérivant en champ libre, le nuage peut s'enflammer à différentes distances de sa source d'émission et conduire à des distances d'effets plus ou moins grandes, en fonction de la taille du nuage et sa distance par rapport aux cibles potentielles, au point d'ignition considéré. Dans ce cas, le logiciel PHAST utilisé considère un ensemble de position pour l'allumage du nuage, tout au long de sa dispersion, et retient la position de la source d'ignition conduisant aux distances d'effets les plus grandes. Pour chaque pas de la dispersion du nuage calculé par le logiciel, le centre de l'explosion est pris au centre du nuage.

6.2.3. Modélisation des effets de surpression en cas d'explosion confinée

Pour modéliser les effets de surpression en cas de formation d'une atmosphère explosive (ATEX) dans une enceinte ou un local, et l'inflammation de cette ATEX, aussi appelé VCE : Vapor Cloud Explosion, la méthodologie suivante est utilisée :

- La méthode associant le modèle de Brode pour le calcul de l'énergie d'explosion et la courbe multi-énergie 10 pour la détermination des distances d'effets aux seuils de surpression est utilisée pour modéliser l'explosion dans le local (explosion primaire).
- Si le local ou l'enceinte considérée est muni d'évents correctement dimensionnés, les gaz non brûlés à l'intérieur et éjectés par l'explosion primaire, s'enflamment à l'extérieur générant une explosion secondaire. Celle-ci est modélisée avec la méthode multi-énergie en considérant un volume gazeux rejeté égal à 75% du volume libre de l'enceinte et un indice multi-énergie choisi selon la turbulence du rejet et l'encombrement de la zone dans laquelle se ré-enflamme le gaz éjecté.
- Si le local ou l'enceinte ne présente pas de résistance alors la méthode multi-énergie est utilisée, avec un indice représentatif de l'encombrement dans le local ou l'enceinte.

Il est à noter que les effets thermiques d'une explosion confinée sont mineurs par rapport aux effets de surpression qui eux sont dévastateurs. Par conséquent, seuls les effets de surpression sont modélisés.

Description de la méthode Multi-énergie :

La démarche de calcul consiste :

- À calculer l'énergie d'explosion de la combustion du nuage à la stœchiométrie ;
- À déterminer les distances d'effets des surpressions seuils à partir d'un abaque représentatif de la sévérité d'explosion, caractérisée par un indice compris entre 1 et 10. Les indices 2 à 7 sont représentatifs de déflagrations et les indices 8, 9 et 10 caractérisent les détonations en champ libre.

À chaque indice de sévérité d'explosion correspond une surpression maximale (ΔP_{max}) (cf. abaques multi-énergies présentées ci-après).

Abaques multi-énergie :

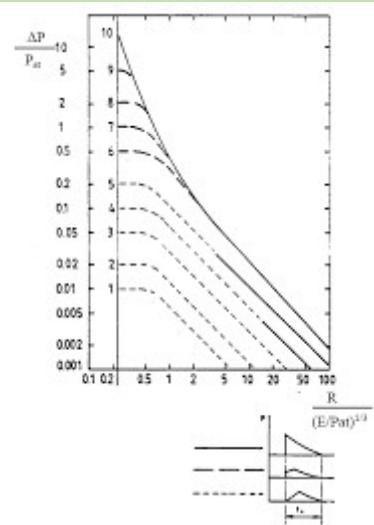
Indice Multi-Energy	Seuil de surpression associé (bar)	Abaques de décroissance en fonction de la distance adimensionnée par l'énergie de l'explosion
1	0,01	 <p><i>Abaque relatif à la méthode Multi-Energy donnant les surpressions engendrées par des déflagrations à vitesse de flamme constante de volume explosibles hémisphériques posés au sol</i></p>
2	0,02	
3	0,05	
4	0,10	
5	0,20	
6	0,50	
7	1	
8	2	
9	5	
10	10	

Tableau 17 - Abaque Multi-Energy

Les abaques multi-énergie ont été établis sur la base de résultats de simulations numériques d'explosions de charges hémisphériques de gaz (typiques d'un mélange hydrocarbure – air) à vitesse de flamme constante. Ils donnent la distance réduite \bar{R} , en fonction de la surpression, à partir de laquelle on déduit la distance d'effet R mesurée à partir du centre du nuage, du pic de pression considéré :

$$R = \bar{R} \left(\frac{Ex}{Pa} \right)^{1/3}$$

Avec :

R : distance d'effet, observée à partir du centre du nuage, en fonction de la surpression (m)

\bar{R} : distance réduite (m)

Pa : pression atmosphérique (Pa)

Ex : énergie d'explosion (J), calculée comme ci-après :

$$Ex = \Delta Hc \times Vg$$

Avec :

ΔHc : chaleur de combustion à la stœchiométrie (J/m³ de mélange)

Vg : volume du nuage gazeux à la stœchiométrie (m³), calculée comme ci-après :

$$Vg = \frac{\text{Masse inflammable}}{\rho_g \times C_{\text{stoechio}}}$$

où Masse inflammable est la masse de gaz ou de vapeur inflammable en concentration supérieure à la LIE

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

Choix de l'indice multi-énergie :

Le tableau de Kinsella, ci-après, permet d'orienter le choix de l'indice de sévérité d'explosion. Par exemple, une explosion se produisant dans un local (confinement = oui), peu encombré (encombrement = bas) et dans lequel il n'y a pas de source d'inflammation forte, est caractérisée par un indice multi-énergie compris entre 3 et 5.

Energie d'inflammation		Le degré d'encombrement			Le degré de confinement		Indice
faible	forte	fort	faible	inexistant	existant	inexistant	
	×	×			×		7 - 10
	×	×				×	7 - 10
×		×			×		5 - 7
	×		×		×		5 - 7
	×		×			×	4 - 6
	×			×	×		4 - 6
×		×				×	4 - 5
	×			×		×	4 - 5
×			×		×		3 - 5
×			×			×	2 - 3
×				×	×		1 - 2
×				×		×	1

Tableau 18 - Tableau de Kinsella

Cas du méthane :

Le méthane est un gaz peu réactif. Les résultats d'essais expérimentaux montrent que :

- Si rejet en zone confinée et très encombrée, la surpression peut atteindre une centaine de bars (équivalent à un indice 4) (cf. essais de Harrison et Eyre effectués dans une enceinte en polyéthylène de 30 m de long, 10 m de haut et 20 m de large avec plusieurs séries d'obstacles successifs formés par des rangées verticales de tuyauteries horizontales parallèles de diamètre 0,315 m et essais de Harris et Wickens réalisés en tunnel de 45 m de long et en présence d'obstacles sphériques).
- Si rejets non turbulents, en zone non confinée et non encombrée, la surpression atteinte est inférieure à 10 mbar (source : Guidelines for Evaluation of the characteristics of vapeur cloud explosions, flash fire and bleve, et en particulier: essais de Lind et Whitson (1977) effectués en ballons hémisphériques 10 à 20 m de diamètre, essais de Harris et Wickens (1989) en ballons sphériques de 6,1 m de diamètre et en tunnels en matériaux légers de 45 m de long).
- Si rejets turbulents, la surpression atteinte est inférieure à 100 mbar (source : essais INERIS dans le cadre du projet européen EMERGE (Extended Modelling and Experimental Research into Gaz Explosion) et essais similaires menés par Shell).

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

Description de la méthode Brode / Multi-énergie 10 :

La démarche de calcul consiste :

- À calculer l'énergie d'explosion à l'aide du modèle de Brode ;
- À déterminer les distances d'effets des surpressions seuils à partir de l'abaque indice 10 de la méthode multi énergie représentatif de la propagation d'une onde de choc liée à l'éclatement de l'enceinte.

Formule de Brode:

La formule de Brode permettant d'évaluer l'énergie d'explosion est la suivante :

$$E_x = \Delta P \times V / (\gamma - 1) = 3 \times \Delta P \times V$$

Avec :

E_x : énergie d'explosion (J)

V : volume de gaz impliqué (volume libre du local ou de l'enceinte) (m^3)

ΔP : pression de rupture ou d'explosion relative = $P_{ex} - P_a$ (Pa)

$P_{ex} - P_a = P_{red}$ (barg) pour modéliser l'explosion primaire dans une enceinte correctement éventée; P_{red} = pression résiduelle dans l'enceinte après ouverture des événements.

$P_{ex} - P_a = 2 \times P_{statique}$ de rupture de l'enceinte si celle-ci n'est pas correctement éventée. γ : rapport des capacités calorifiques du gaz (sans unité) ($\gamma = 1,3$ pour le méthane).

Dans ce modèle, l'énergie de combustion du mélange air-biogaz n'est pas prise en compte ; c'est la pression de rupture dynamique qui est considérée dans le calcul de l'énergie d'explosion. La surpression maximale atteinte est donc égale à la pression de rupture dynamique. Cette pression de rupture dynamique est prise, de façon forfaitaire, égale au double de la pression de rupture statique (Source INERIS – Guide silo (2008)), à condition que cette valeur n'excède pas la pression maximale d'explosion théorique (égale à 7,1 bar pour le méthane).

Surpression en fonction de la distance selon l'abaque multi énergie 10 :

Les formules correspondant au profil de la courbe multi énergie indice 10 (abaque présentée en page précédente) sont données ci-dessous (E = énergie d'explosion en Joule) :

Seuils des effets de surpression	Distance au seuil d'effets (m) :
20 mbar	$d_{20} = 0,220 \times E^{(1/3)}$
50 mbar	$d_{50} = 0,110 \times E^{(1/3)}$
140 mbar	$d_{140} = 0,050 \times E^{(1/3)}$
200 mbar	$D_{200} = 0,032 \times E^{(1/3)}$

Tableau 19 - Distance rapportée à partir de l'abaque multi énergie

E = énergie d'explosion en Joule; distances comptées à partir du centre de l'explosion

Les distances d'effet ainsi calculées sont à considérer à partir du centre de l'explosion.

6.2.4. Logiciel EFFEX

Le logiciel EFFEX permet de simuler le développement d'une explosion à l'intérieur d'une enceinte en tenant compte :

- De la présence éventuelle d'ouvertures permanentes,
- De l'éclatement d'une ou plusieurs parois,
- De la projection progressive des fragments de ces parois.

Les résultats finaux sont l'évolution de la surpression interne en fonction du temps et les caractéristiques de la trajectoire des fragments.

Modélisation de l'explosion

Le mélange est caractérisé par la vitesse de combustion et le taux d'expansion des produits de combustion. La vitesse de combustion retenue est fonction du degré de turbulence et des instabilités de combustion.

La surface du front de flamme est considérée constante et correspond approximativement à l'aire de la plus grande sphère inscrite dans le volume considéré.

Les variations de la pression sont fonction de la compétition entre l'augmentation induite par la production de volume due à la combustion et la diminution provoquée par les fuites à travers les ouvertures permanentes et les brèches qui se forment dès qu'une paroi se rompt.

On considère que la pression est approximativement uniforme à l'intérieur de l'équipement.

Éclatement d'une paroi

On estime par le calcul la surpression de ruine de la paroi considérée en tenant compte, le cas échéant, de phénomènes spécifiques de chargement dynamique. On doit pour cela estimer les dimensions vraisemblables des fragments. Très souvent, cette évaluation est assez « naturelle » mais, dans certaines circonstances, un calcul numérique spécifique est nécessaire.

Dès que la surpression de ruine est atteinte, les fragments sont soumis aux forces de poussée (pression totale) de l'explosion et aux forces de freinage aérodynamique. Un coefficient de traînée permet de tenir compte de la forme des fragments.

À mesure que les fragments s'éloignent de leur position initiale, la surface des interstices entre les débris augmente, ce qui accroît d'autant la surface offerte à la décharge des produits de l'explosion.

Projection des fragments

On considère à l'heure actuelle que la « portance » des fragments est négligeable et que ces débris ne sont pas animés d'un mouvement de rotation significatif.

On tient compte de l'évolution de la force de poussée en fonction de la position des fragments par rapport au jet de produits de l'explosion.

La trajectoire des fragments et ses caractéristiques (vitesse, orientation) sont calculées à partir des équations de bilan des forces.

Méthode de résolution

Le modèle se présente sous la forme d'un ensemble d'équations différentielles (une dizaine) non linéaires.

Ces équations sont résolues simultanément par une méthode aux différences finies en suivant un schéma de résolution implicite, avec un pas de temps adaptatif qui permet de réduire fortement les erreurs de résolution et évite les oscillations numériques.

Validation du code

Les performances du code ont été testées par rapport :

- À des essais d'explosion en laboratoire sur des enceintes munies d'évents (pas d'effet de fragmentation) ;
- À des essais d'explosion dans un bâtiment muni de paroi fragile ;
- Aux informations obtenues à l'occasion d'enquêtes après accident.

Il apparaît que les résultats de simulation sont en bon accord avec l'expérience notamment pour ce qui concerne les surpressions maximales, les durées d'explosion et les distances de projection des fragments. La forme des signaux de pression reste cependant assez différente des observations en raison de l'hypothèse d'une surface de flamme constante.

6.3. REALISATION DES MODELISATIONS

Les modélisations ont été réalisées de façon à être la plus représentative possible de la réalité du terrain, au regard des connaissances actuelles et des limites présentées par les logiciels de modélisation.

Les paramètres d'exploitation retenus sont les paramètres réels d'exploitation communiqués par l'exploitant.

6.3.1. Modélisation du Phd1a - Explosion du ciel gazeux du digesteur en fonctionnement normal

6.3.1.1. Hypothèses

Le scénario étudié considère l'explosion du ciel gazeux de biogaz à l'intérieur en mode de fonctionnement normal, un mode rencontré de façon quasi permanente.

6.3.1.2. Modèle de calcul utilisé

La modélisation des distances d'effets dues à l'explosion du digesteur consiste dans un premier temps à évaluer la pression maximale atteinte dans le digesteur ainsi que la quantité correspondante de gaz brûlés dans le digesteur. Ce calcul est réalisé à l'aide de l'outil EFFEX.

Cette première explosion dans le digesteur (dite primaire) éjecte à l'extérieur un mélange de gaz brûlés et frais à travers toutes les ouvertures et les brèches. Le nuage formé à l'extérieur, qui est fortement turbulent sous l'impulsion de la pression résiduelle de l'explosion primaire, va exploser et provoquer des effets de pression en champ lointain : c'est le phénomène d'explosion secondaire, qui est responsable des effets de pression dans l'environnement.

À partir de la pression maximale atteinte dans le digesteur, il est possible d'évaluer la pression maximale atteinte lors de cette explosion secondaire. L'évaluation des distances d'effets de pression dus à l'explosion secondaire (externe) se fait ensuite à l'aide de la méthode multi-énergie.

6.3.1.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs	Commentaires
Dimensions	19,6 m de diamètre 19,4 m de hauteur	Corps cylindrique en béton
Volume gazeux (m³)	455	Volume du ciel gazeux du digesteur en fonctionnement normal
Pression de rupture statique (mbar relatifs)	200	Pression à laquelle la toiture du digesteur peut se rompre
Gaz observé	Biogaz	Conditions proches de la stœchiométrie Pression atmosphérique, et à une température d'environ 15 °C <i>Composition détaillée au chapitre 6.1.2.1.</i>

Tableau 20 - Hypothèse de modélisation du Phd1a

Il sera considéré pour cette modélisation que le toit du digesteur constitue une surface soufflable. En l'absence de données précises sur la dynamique d'ouverture du toit, il est considéré que celui-ci se soulève verticalement après rupture des attaches sur la périphérie et que l'ouverture du toit est totale. La pression à partir de laquelle le toit va commencer à se soulever est estimée à 200 mbar.

6.3.1.4. Résultat de la modélisation

Les résultats de la modélisation figurent dans le tableau ci-après.

	Distance d'effet (m)
20 mbar	100
50 mbar	50
140 mbar	20
200 mbar	14

Tableau 21 - Résultats de modélisation du PhD1a

Les distances sont à compter depuis la virole.

Comparaison des résultats avec le guide INERIS¹

	Digesteur en fonctionnement normal STEP de Nîmes	Exemple : digesteur industriel en fonctionnement normal	Exemple : Digesteur agricole (ou de taille semi industrielle) en fonctionnement normal
Pression de rupture	200 mbar	100 mbar	150 mbar
Volume de ciel gazeux	455 m³	1500 m ³	500 m ³
Indice de violence	Compris entre 5,5 et 6	5	5
Distance d'effet (m)			
20 mbar	100	117	145
50 mbar	50	52	60
140 mbar	20	/	20
200 mbar	14	/	12

Tableau 22 - Comparaison du PhD1a avec le guide INERIS

Les distances calculées sur le digesteur de la station d'épuration de Nîmes sont en phase avec les résultats obtenus au sein du guide INERIS.

¹ Rapport DRA-14-133344-01580B « Étude des distances d'effets (explosion, thermique, toxique) des principaux scénarios majorants d'unité d'épuration de biogaz et d'injection de biométhane. »

6.3.1.5. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones de l'explosion du PhD1a est donnée ci-après.

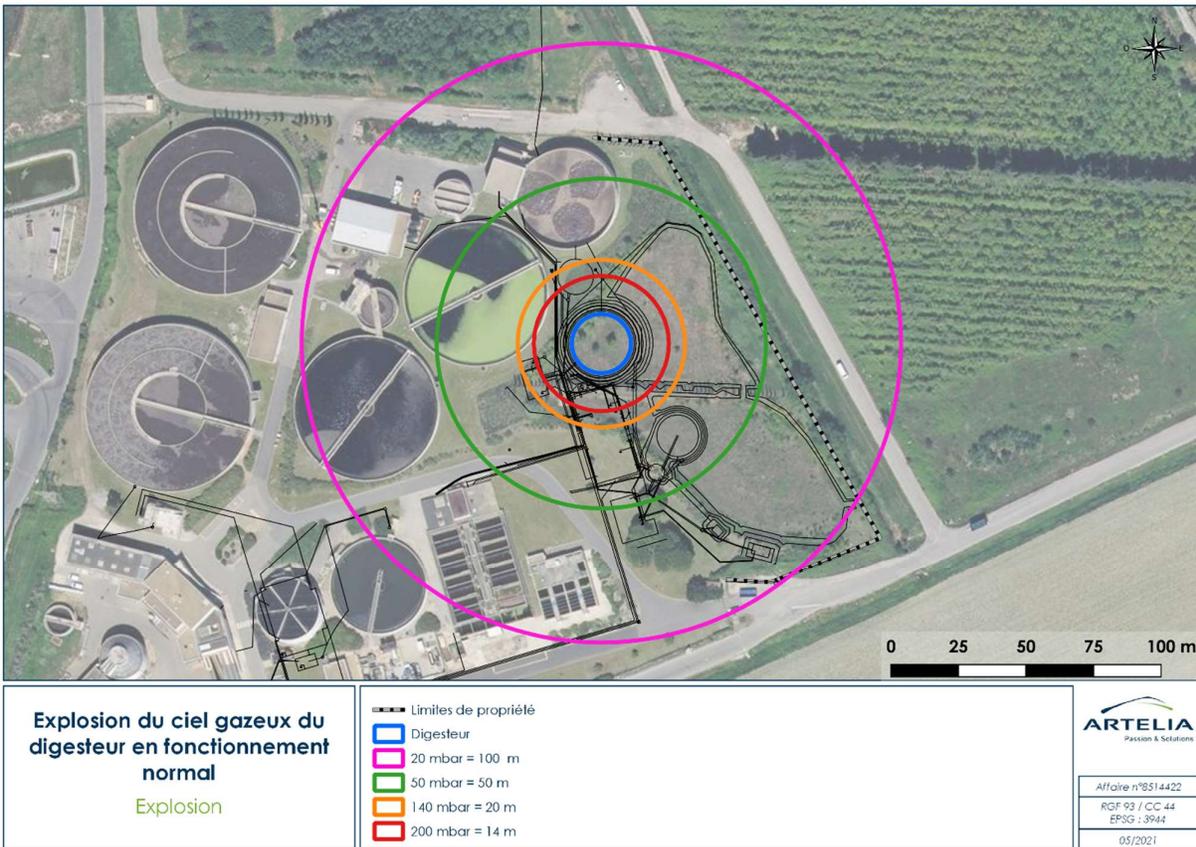


Figure 4 - Distance d'effets du phénomène PhD1a (explosion du digesteur en fonctionnement normal)

6.3.1.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets létaux (200 mbar et 140 mbar) sont contenus à l'intérieur du site. Les effets irréversibles (50 mbar) sortent à l'Est des limites physiques du site.

Ce phénomène dangereux est donc majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il fera l'objet d'une analyse détaillée des risques dans le chapitre 0.

6.3.2. Modélisation du PhD1b - Explosion du ciel gazeux du digesteur à vide

6.3.2.1. Hypothèses

Le scénario étudié considère l'explosion du ciel gazeux de biogaz à l'intérieur du digesteur à vide.

Nota :

Il s'agit d'une condition d'exploitation très peu fréquente rencontrée exclusivement lors des phases de vidange, correspondant à deux situations :

- Lors de la vidange programmée ou à l'ouverture du digesteur après vidange non ou mal inerté : cette situation correspond à la vidange décennale qui est une opération de maintenance lourde, au cours de laquelle des procédures strictes sont appliquées et des mesures sont prises (plan de prévention, inertage, ...).
- En cas de rupture franche de la conduite de vidange des boues en pied de digesteur : il est noté que cette conduite n'est pas soumise à des sollicitations mécaniques, n'est pas susceptible d'être exposée à des agressions mécaniques externes, ni soumise à une sismicité extrême.

Par ailleurs, conjointement aux deux événements ci-dessus, il faudrait la présence d'une source d'inflammation, nécessaire pour allumer le mélange air-biogaz, un événement très improbable compte tenu des mesures prises (intérieur du digesteur ATEX, protection foudre, interdiction de fumer, permis de feu, arrête-flamme sur les soupapes, ...) et de la faible réactivité du biogaz (méthane).

6.3.2.2. Modèle de calcul utilisé

La modélisation des distances d'effets dues à l'explosion du digesteur consiste dans un premier temps à évaluer la pression maximale atteinte dans le digesteur ainsi que la quantité correspondante de gaz brûlés dans le digesteur. Ce calcul est réalisé à l'aide de l'outil EFFEX.

Cette première explosion dans le digesteur (dite primaire) éjecte à l'extérieur un mélange de gaz brûlés et frais à travers toutes les ouvertures et les brèches. Le nuage formé à l'extérieur, qui est fortement turbulent sous l'impulsion de la pression résiduelle de l'explosion primaire, va exploser et provoquer des effets de pression en champ lointain : c'est le phénomène d'explosion secondaire, qui est responsable des effets de pression dans l'environnement.

À partir de la pression maximale atteinte dans le digesteur, il est possible d'évaluer la pression maximale atteinte lors de cette explosion secondaire. L'évaluation des distances d'effets de pression dus à l'explosion secondaire (externe) se fait ensuite à l'aide de la méthode multi-énergie.

6.3.2.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs	Commentaires
Dimensions	19,6 m de diamètre 19,4 m de hauteur	Corps cylindrique en béton
Volume gazeux (m³)	5953	Volume du digesteur vide
Pression de rupture statique (mbar relatifs)	200	Pression à laquelle la toiture du digesteur peut se rompre
Gaz observé	Biogaz	Conditions proches de la stœchiométrie Pression atmosphérique, et à une température d'environ 15 °C <i>Composition détaillée au chapitre 6.1.2.1.</i>

Tableau 23 - Hypothèse de modélisation du PhD1b

6.3.2.4. Résultat de la modélisation

Les résultats de la modélisation figurent dans le tableau ci-après.

	Distance d'effet (m)
20 mbar	250
50 mbar	125
140 mbar	48
200 mbar	33

Tableau 24 - Résultats de modélisation du PhD1b

Les distances sont à compter depuis la virole.

Comparaison des résultats avec le guide INERIS²

	Digesteur en fonctionnement à vide STEP de Nîmes	Exemple : Digesteur industriel à vide	Exemple : Digesteur agricole (ou de taille semi industrielle) à vide
Pression de rupture	200 mbar	100 mbar	150 mbar
Volume de ciel gazeux	5953 m ³	9000 m ³	3000 m ³
Indice de violence	Compris entre 5,5 et 6	5	5
Distance d'effet (m)			
20 mbar	250	148	255
50 mbar	125	66	105
140 mbar	48	/	37
200 mbar	33	/	22

Tableau 25 - Comparaison du PhD1b avec le guide INERIS

Les distances calculées sur le digesteur de la station d'épuration de Nîmes sont en phase avec les résultats obtenus au sein du guide INERIS.

² Rapport DRA-14-133344-01580B « Étude des distances d'effets (explosion, thermique, toxique) des principaux scénarios majorants d'unité d'épuration de biogaz et d'injection de biométhane. »

6.3.2.5. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones de l'explosion du PhD1b est donnée ci-après.

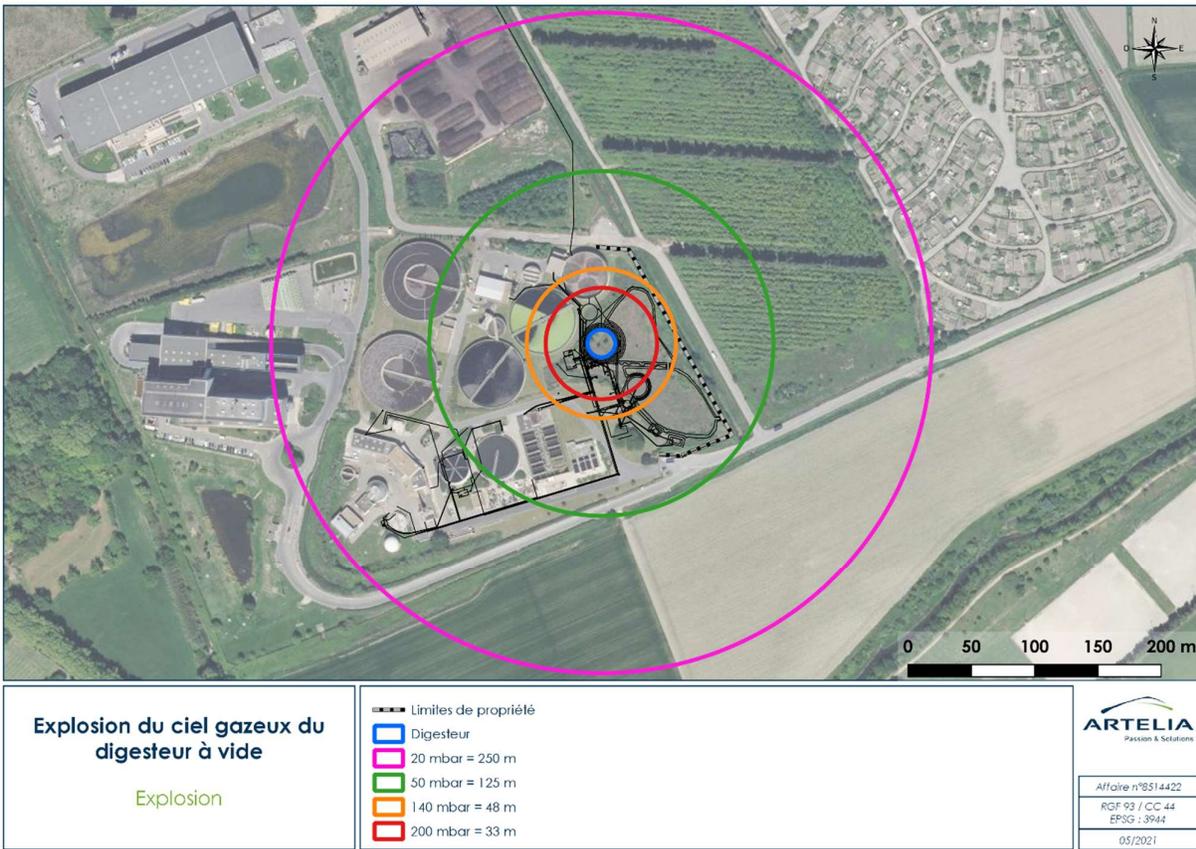


Figure 5 - Distance d'effets du phénomène PhD1b (explosion du digesteur à vide)

6.3.2.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets létaux significatifs (200 mbar) sont contenus à l'intérieur du site. Les effets létaux (140 mbar) et irréversibles (50 mbar) sortent des limites physiques de l'établissement.

Ce phénomène dangereux est donc majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il fera l'objet d'une analyse détaillée des risques dans le chapitre 7.

6.3.3. Modélisation du PhD2a - Explosion de la bache à boue digérée vide

6.3.3.1. Hypothèses

Le scénario étudié considère l'explosion du ciel gazeux de biogaz à l'intérieur de la bache à boues digérées. L'hypothèse majorante consiste à considérer la bache à boues entièrement vide, correspondant ainsi à un ciel gazeux en biogaz égal au volume interne de la bache à boues.

6.3.3.2. Modèle de calcul utilisé

La modélisation des distances d'effets dues à l'explosion de la bache à boue consiste dans un premier temps à évaluer la pression maximale atteinte dans la bache à boue ainsi que la quantité correspondante de gaz brûlés dans la bache à boue. Ce calcul est réalisé à l'aide de l'outil EFFEX.

Cette première explosion dans la bache à boue (dite primaire) éjecte à l'extérieur un mélange de gaz brûlés et frais à travers toutes les ouvertures et les brèches. Le nuage formé à l'extérieur, qui est fortement turbulent sous l'impulsion de la pression résiduelle de l'explosion primaire, va exploser et provoquer des effets de pression en champ lointain : c'est le phénomène d'explosion secondaire, qui est responsable des effets de pression dans l'environnement.

À partir de la pression maximale atteinte dans la bache à boue, il est possible d'évaluer la pression maximale atteinte lors de cette explosion secondaire. L'évaluation des distances d'effets de pression dus à l'explosion secondaire (externe) se fait ensuite à l'aide de la méthode multi-énergie.

6.3.3.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs	Commentaires
Dimensions	12,2 m de diamètre 5,9 m de hauteur	Corps cylindrique en béton
Volume gazeux (m³)	690	Volume de la bache à boues digérées vide
Pression de rupture statique (mbar relatifs)	200	Pression à laquelle la bache à boues digérées peut se rompre
Surface des trappes (m²)	2,8	Pression d'ouverture 1,1 mbar Masse surfacique des trappes 11 kg/m ²
Périmètre des trappes (m)	10,8	
Section de la virole (m²)	117	/
Masse surfacique du toit (kg/m²)	500	/
Surface de brèche (kg/m²)	117	/
Périmètre de brèche (m)	38	/
Gaz observé	Biogaz	Conditions proches de la stœchiométrie Pression atmosphérique, et à une température d'environ 15 °C <i>Composition détaillée au chapitre 6.1.2.1.</i>

Tableau 26 - Hypothèse de modélisation du PhD2a

6.3.3.4. Résultat de la modélisation

Les résultats de la modélisation figurent dans le tableau ci-après. Les distances sont comptées à partir la virole.

	Distance d'effet (m)
20 mbar	120
50 mbar	60
140 mbar	23
200 mbar	15

Tableau 27 - Résultats de modélisation du PhD2a

6.3.3.5. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones de l'explosion du PhD2a est donnée ci-après.

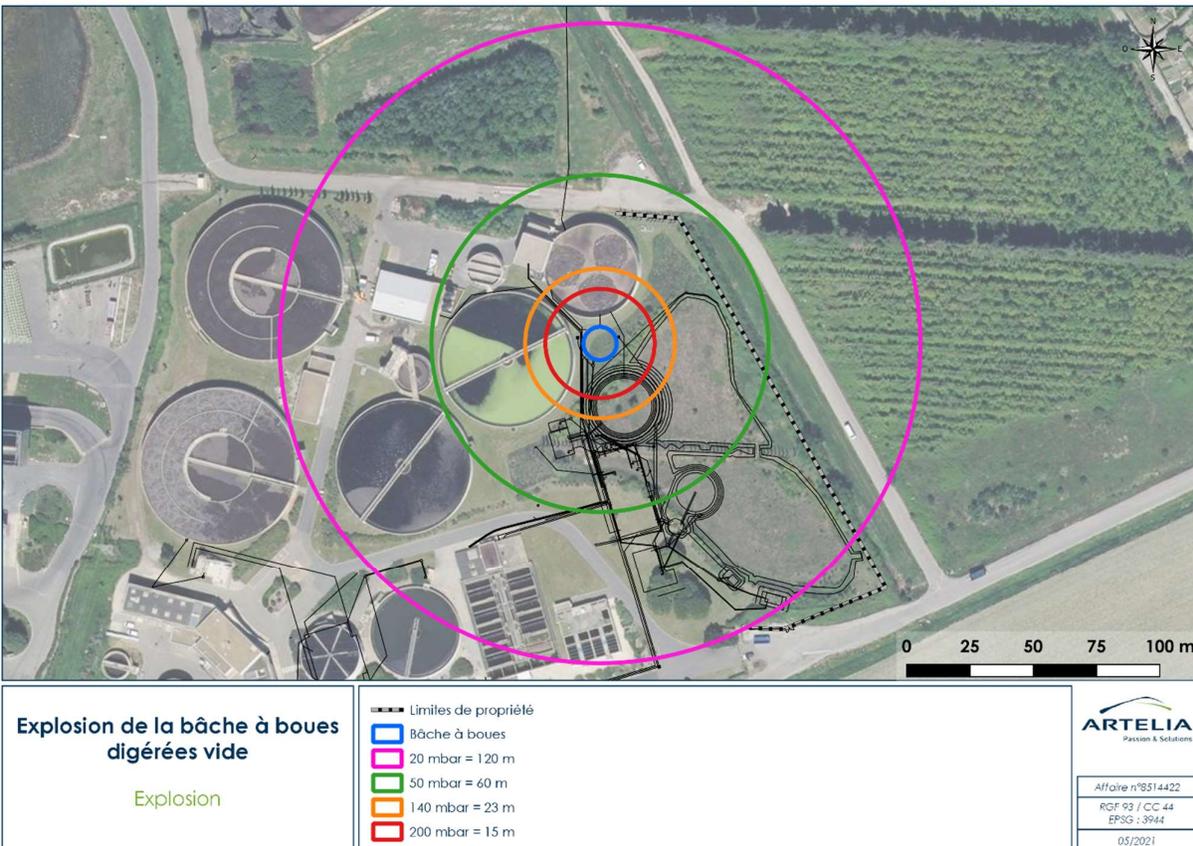


Figure 6 - Distance d'effets du phénomène PhD2a (explosion de la bache à boues digérées à vide)

6.3.3.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets létaux (200 mbar et 140 mbar) sont contenus à l'intérieur du site. Les effets irréversibles (50 mbar) sortent des limites physiques du site à l'Est et au Nord de l'établissement.

Ce phénomène dangereux est donc majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il fera l'objet d'une analyse détaillée des risques dans le chapitre 7.

Demande d'Autorisation Environnementale

6.3.4. Modélisation du PhD2b - Explosion de la bache à boue digérée pleine

6.3.4.1. Hypothèses

Le scénario étudié considère l'explosion du ciel gazeux de biogaz à l'intérieur de la bache à boues digérées pleine, correspondant ainsi au ciel gazeux de la bache en fonctionnement normal.

6.3.4.2. Modèle de calcul utilisé

La modélisation des distances d'effets dues à l'explosion de la bache à boue consiste dans un premier temps à évaluer la pression maximale atteinte dans la bache à boue ainsi que la quantité correspondante de gaz brûlés dans la bache à boue. Ce calcul est réalisé à l'aide de l'outil EFFEX.

Cette première explosion dans la bache à boue (dite primaire) éjecte à l'extérieur un mélange de gaz brûlés et frais à travers toutes les ouvertures et les brèches. Le nuage formé à l'extérieur, qui est fortement turbulent sous l'impulsion de la pression résiduelle de l'explosion primaire, va exploser et provoquer des effets de pression en champ lointain : c'est le phénomène d'explosion secondaire, qui est responsable des effets de pression dans l'environnement.

À partir de la pression maximale atteinte dans la bache à boue, il est possible d'évaluer la pression maximale atteinte lors de cette explosion secondaire. L'évaluation des distances d'effets de pression dus à l'explosion secondaire (externe) se fait ensuite à l'aide de la méthode multi-énergie.

6.3.4.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs	Commentaires
Dimensions	12,2 m de diamètre 5,9 m de hauteur	Corps cylindrique en béton
Volume gazeux (m ³)	82	Volume du ciel gazeux résiduel bache pleine
Pression de rupture statique (mbar relatifs)	200	Pression à laquelle la bache à boues digérées peut se rompre
Surface des trappes (m ²)	2,8	Pression d'ouverture 1,1 mbar Masse surfacique des trappes 11 kg/m ²
Périmètre des trappes (m)	10,8	
Section de la virole (m ²)	117	/
Masse surfacique du toit (kg/m ²)	500	/
Surface de brèche (kg/m ²)	117	/
Périmètre de brèche (m)	38	/
Gaz observé	Biogaz	Conditions proches de la stœchiométrie Pression atmosphérique, et à une température d'environ 15 °C <i>Composition détaillée au chapitre 6.1.2.1.</i>

Tableau 28 - Hypothèse de modélisation du PhD2b

6.3.4.4. Résultat de la modélisation

Les résultats de la modélisation figurent dans le tableau ci-après. Les distances sont comptées à partir la virole.

	Distance d'effet (m)
20 mbar	50
50 mbar	25
140 mbar	10
200 mbar	7

Tableau 29 - Résultats de modélisation du PhD2b

6.3.4.5. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones de l'explosion du PhD2b est donnée ci-après.

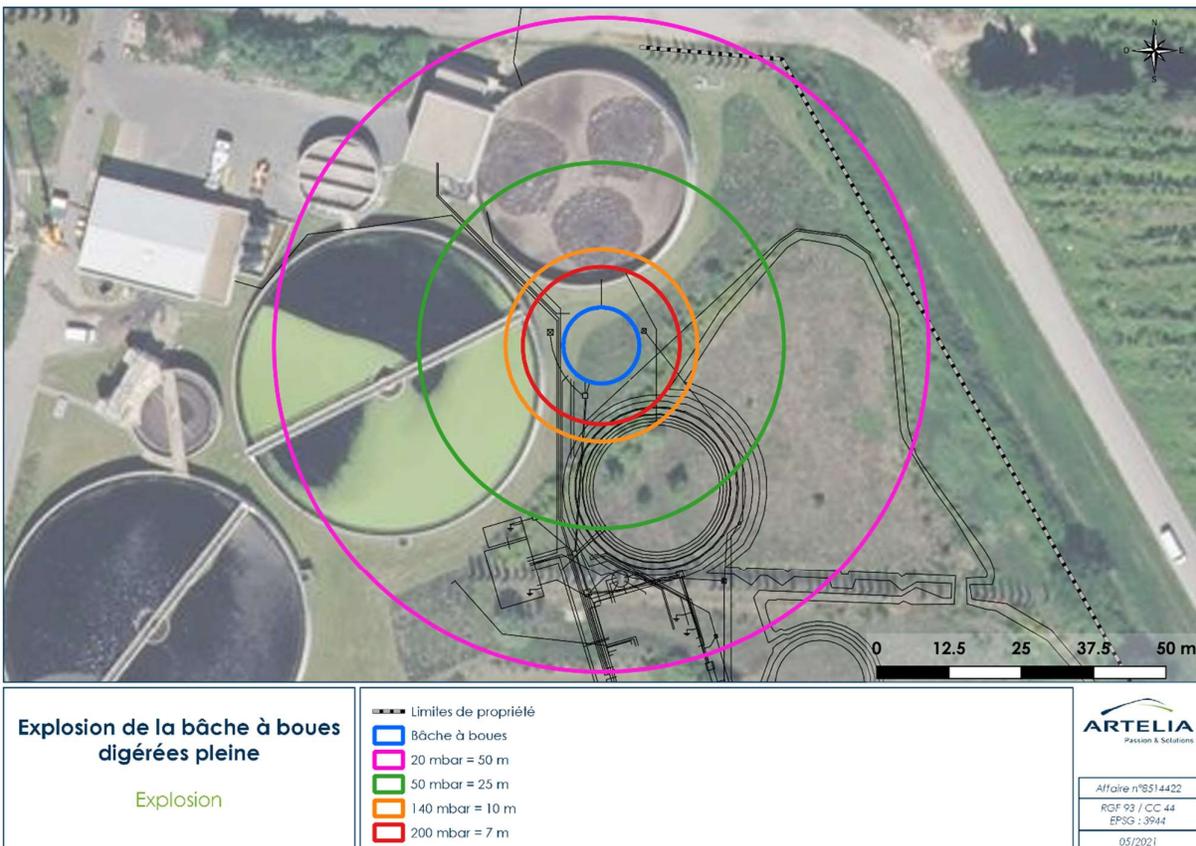


Figure 7 - Distance d'effets du phénomène PhD2b (explosion de la bache à boues digérées pleine)

6.3.4.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets létaux dangereux (200 mbar, 140 mbar et 50 mbar) sont contenus à l'intérieur du site. Seuls les effets bris de vitres sortent du site.

Ce phénomène dangereux n'est pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

6.3.5. Modélisation du PhD3a - Explosion confinée du gazomètre

6.3.5.1. Hypothèses

Le scénario étudié considère l'explosion du ciel gazeux contenu à l'intérieur du gazomètre rempli dans sa totalité.

6.3.5.2. Modèle de calcul utilisé

La modélisation des distances d'effets dues à l'explosion du gazomètre consiste dans un premier temps à évaluer la pression maximale atteinte dans le gazomètre ainsi que la quantité correspondante de gaz brûlés dans le gazomètre. Ce calcul est réalisé à l'aide de l'outil EFFEX.

Cette première explosion dans le gazomètre (dite primaire) éjecte à l'extérieur un mélange de gaz brûlés et frais à travers toutes les ouvertures et les brèches. Le nuage formé à l'extérieur, qui est fortement turbulent sous l'impulsion de la pression résiduelle de l'explosion primaire, va exploser et provoquer des effets de pression en champ lointain : c'est le phénomène d'explosion secondaire, qui est responsable des effets de pression dans l'environnement.

À partir de la pression maximale atteinte dans le gazomètre, il est possible d'évaluer la pression maximale atteinte lors de cette explosion secondaire. L'évaluation des distances d'effets de pression dus à l'explosion secondaire (externe) se fait ensuite à l'aide de la méthode multi-énergie.

6.3.5.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs	Commentaires
Volume gazeux (m ³)	1190	Volume total du gazomètre
Pression de rupture statique (mbar relatifs)	< 50	Tenue à la suppression de la membrane de 30 mbar
Gaz observé	Biogaz	Conditions proches de la stœchiométrie Pression atmosphérique, et à une température d'environ 15 °C <i>Composition détaillée au chapitre 6.1.2.1.</i>

Tableau 30 - Hypothèse de modélisation du PhD3a

6.3.5.4. Résultat de la modélisation

Les résultats de la modélisation avec la méthode Multi Energy figurent dans le tableau ci-après. Les distances sont à compter depuis le centre du gazomètre.

	Distance d'effet (m)
20 mbar	64
50 mbar	32
140 mbar	Non atteint
200 mbar	Non atteint

Tableau 31 - Résultats de modélisation du PhD3a

Comparaison des résultats avec le guide INERIS³

	Explosion du gazomètre en fonctionnement normal STEP de Nîmes	Exemple : Gazomètre industriel en fonctionnement normal	Exemple : Gazomètre agricole (ou de taille semi industrielle) en fonctionnement normal
Pression de rupture	< 50 mbar	30 mbar	30 mbar
Volume de ciel gazeux	1190 m ³	2000 m ³ / 4600 m ³	660 m ³
Indice de violence	Compris entre 5,5 et 6	4	4
Distance d'effet (m)			
20 mbar	64	130 / 175	90
50 mbar	32	50 / 70	35
140 mbar	/	/	/
200 mbar	/	/	/

Tableau 32 - Comparaison du PhD3a avec le guide INERIS

Les distances calculées sur le gazomètre de la station d'épuration de Nîmes sont en phase avec les résultats obtenus au sein du guide INERIS.

6.3.5.5. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones de l'explosion du PhD3a est donnée ci-après.

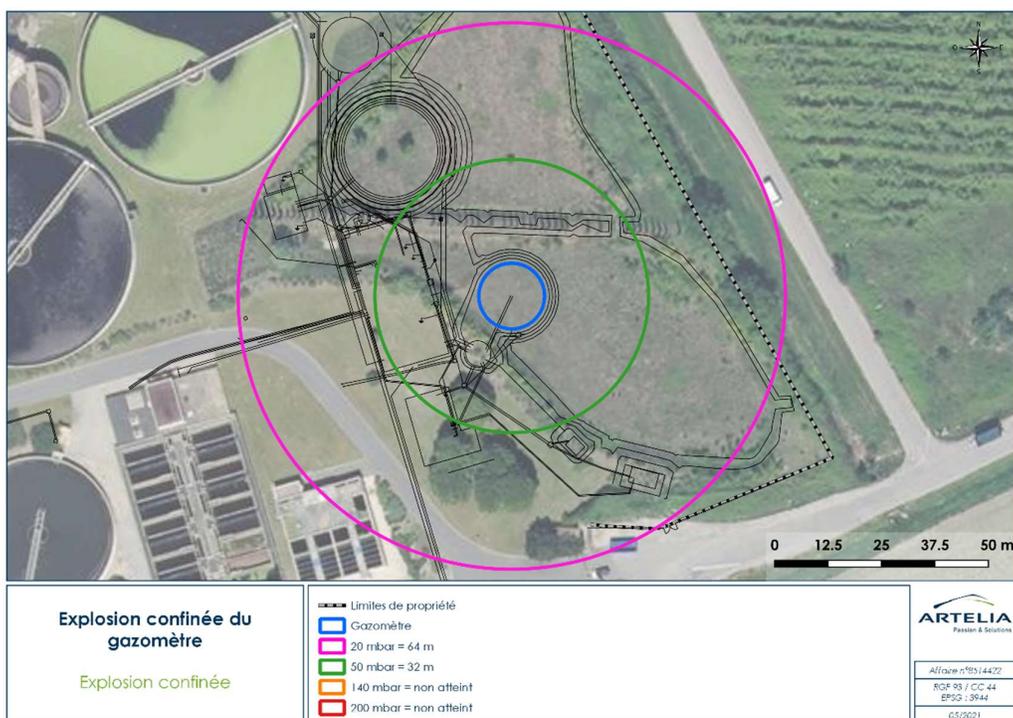


Figure 8 - Distance d'effets du phénomène PhD3a (explosion confinée du gazomètre)

³ Rapport DRA-14-133344-01580B « Étude des distances d'effets (explosion, thermique, toxique) des principaux scénarios majorants d'unité d'épuration de biogaz et d'injection de biométhane. »

6.3.5.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets létaux (200 mbar et 140 mbar) et irréversibles (50 mbar) sont contenus à l'intérieur du site.

Ce phénomène dangereux n'est donc pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

6.3.6. Modélisation du PhD3b - Explosion de biogaz rejeté lors de la ruine du gazomètre

6.3.6.1. Hypothèses

Le cas le plus probable dans ce cas de figure serait une brèche sur la membrane du gazomètre. Dans une situation majorante, il est proposé de considérer la ruine totale. La ruine du gazomètre contenant du biogaz entraîne la libération du volume de biogaz dans l'atmosphère. On considère ici une libération instantanée de l'intégralité du biogaz contenu dans le gazomètre. L'inflammation du nuage entraîne la formation d'une boule de feu. La combustion rapide du nuage, à une vitesse de plusieurs dizaines de m/s, produit une onde de pression.

6.3.6.2. Modèle de calcul utilisé

Les effets de pression de l'explosion du nuage sont déterminés à l'aide de la méthode Multi-Énergie avec un indice de violence de 4 (surpression maximale de 100 mbar) comme le préconise l'INERIS dans son guide⁴.

6.3.6.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs	Commentaires
Volume gazeux (m ³)	1190	Volume total du gazomètre
Volume inflammable (m ³)	5580	Volume à la stœchiométrie dans l'atmosphère
Gaz observé	Biogaz assimilé à du méthane pur	Biogaz exploité à 25 mbar et 15°C

Tableau 33 - Hypothèse de modélisation du PhD3b

6.3.6.4. Résultat de la modélisation

Les résultats de la modélisation avec la méthode Multi Energy figurent ci-après.

⁴ Rapport DRA-14-133344-01580B « Étude des distances d'effets (explosion, thermique, toxique) des principaux scénarios majorants d'unité d'épuration de biogaz et d'injection de biométhane. »

Effets thermiques

Les distances d'effet du flash-fire figurent dans le tableau suivant.

	Distance d'effet du flash-fire (m)	
	Conditions D5	Conditions F3
SEI = 1,1 x d(LIE = 5%)	45	30
SEL = d(LIE = 5%)	40	25
SELS = d(LIE = 5%)	40	25

Tableau 34 - Résultats de modélisation du flash-fire (effets thermiques) du PhD3b

Les distances d'effets majorantes s'appliquent pour les conditions météorologiques D5. Les distances sont à compter depuis le centre du gazomètre.

Effets de surpression

Pour les effets de surpression, la méthode Multi-énergie avec un indice de violence de 4.

	Distance d'effet (m)	
	Conditions D5	Conditions F3
20 mbar	170	160
50 mbar	95	85
140 mbar	Non atteint	Non atteint
200 mbar	Non atteint	Non atteint

Tableau 35 - Résultats de modélisation de l'explosion (effets de surpression) du PhD3b

Les distances d'effets majorantes s'appliquent pour les conditions météorologiques D5. Les distances sont à compter depuis le centre du gazomètre.

Comparaison des effets de surpression avec le guide INERIS⁵

	Explosion du gazomètre en fonctionnement normal STEP de Nîmes	Exemple : Gazomètre industriel en fonctionnement normal	Exemple : Gazomètre agricole (ou de taille semi industrielle) en fonctionnement normal
Pression de rupture	< 50 mbar	30 mbar	30 mbar
Volume de biogaz	1190 m³	<i>2000 m³ / 4600 m³</i>	660 m³
Indice de violence	4	4	4
Distance d'effet (m)			
20 mbar	170	<i>280 / 390</i>	200
50 mbar	95	<i>110 / 155</i>	55
140 mbar	/	/	/
200 mbar	/	/	/

Tableau 36 - Comparaison du PhD3b avec le guide INERIS

Les distances calculées sur le gazomètre de la station d'épuration de Nîmes sont en phase avec les résultats obtenus au sein du guide INERIS.

⁵ Rapport DRA-14-133344-01580B « Étude des distances d'effets (explosion, thermique, toxique) des principaux scénarios majorants d'unité d'épuration de biogaz et d'injection de biométhane. »

6.3.6.5. Cartographie des zones d'effets

Les cartographies des zones d'explosion du PhD3b sont données ci-après.

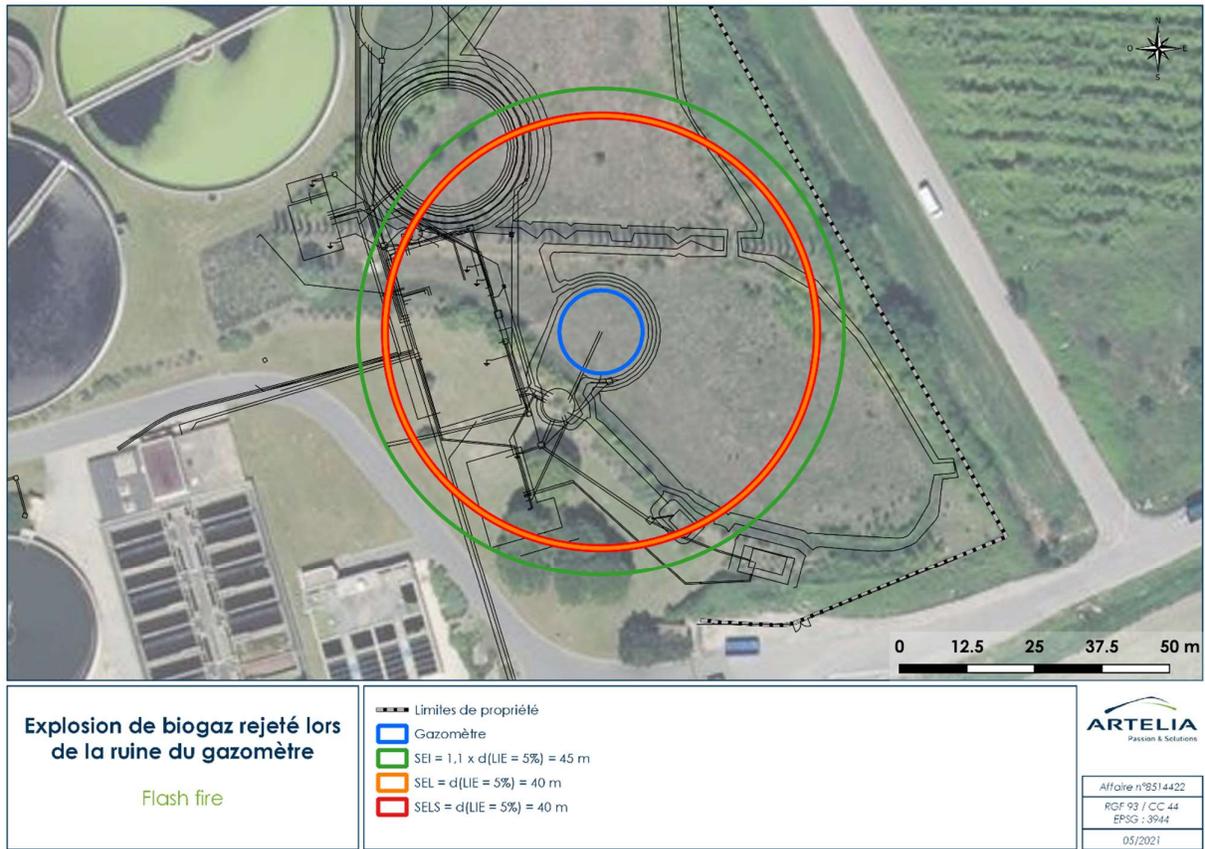


Figure 9 - Distance d'effets du phénomène PhD3b (explosion suite à une ruine du gazomètre) flash fire

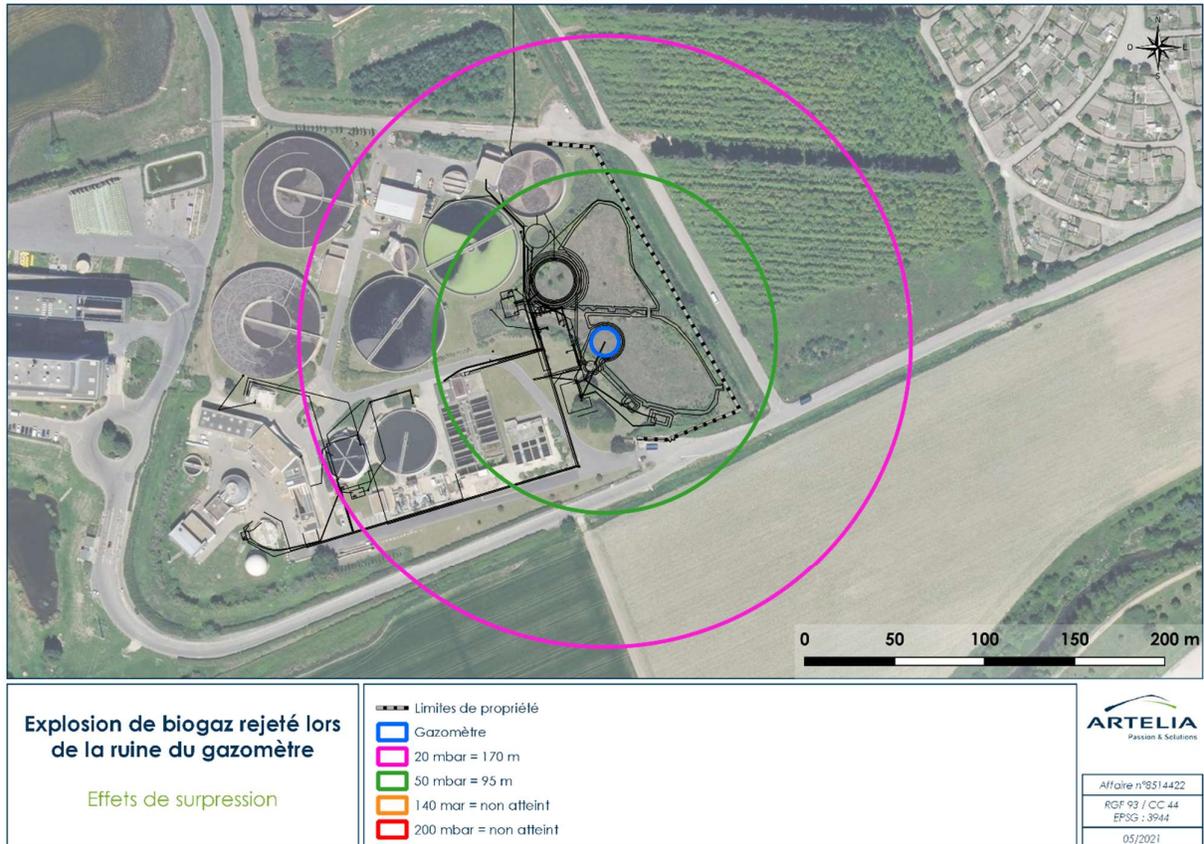


Figure 10 - Distance d'effets du phénomène PhD3b (explosion suite à une ruine du gazomètre) effets de surpression

6.3.6.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets létaux et irréversibles pour les effets thermiques sont contenus à l'intérieur du site.

Les effets irréversibles (50 mbar) pour les effets de surpression sortent des limites physiques du site à l'Est et au Sud de l'établissement.

Ce phénomène dangereux est donc majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il fera l'objet d'une analyse détaillée des risques dans le chapitre 7.

6.3.7. Modélisation du PhD4 - Explosion dans le container à membranes

6.3.7.1. Hypothèses

Le scénario observé considère une fuite de gaz dans le container à l'intérieur duquel se trouve le dispositif d'épuration membranaire : cette fuite remplit la totalité du volume libre du container.

6.3.7.2. Modèle de calcul utilisé

L'étude considère la formation d'une ATEX à la stœchiométrie d'un mélange d'air (85%) et de méthane (15%) dans le container. Le container est constitué d'une structure peu résistante, munie de plusieurs portes jouant le rôle d'évent. La pression de rupture du container est donc estimée à 60 mbar.

La pression maximale atteinte dans le container est calculée à l'aide de l'outil EFFEX.

6.3.7.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs	Commentaires
Volume total (m³)	76	Container de 40 pieds L x l x h = 12,2 * 2,4 * 2,6 m
Pression de rupture des surfaces soufflables (mbar relatifs)	60	Hypothèse de calculs (structure peu résistante)
Surface éventable	2 m ²	Une porte de section 2,10*0,91 Une grille de section 0,4*0,4
Gaz observé	Biométhane assimilé à du méthane	/

Tableau 37 - Hypothèse de modélisation du PhD4

6.3.7.4. Résultat de la modélisation

Les résultats retenus pour le présent scénario figurent dans le tableau ci-après. Les distances d'effets sont à compter à partir des parois du container.

	Distance d'effet (m)
20 mbar	50
50 mbar	25
140 mbar	12
200 mbar	10

Tableau 38 - Résultats de modélisation de l'explosion du PhD4

6.3.7.5. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones de l'explosion du PhD4 est donnée ci-après.

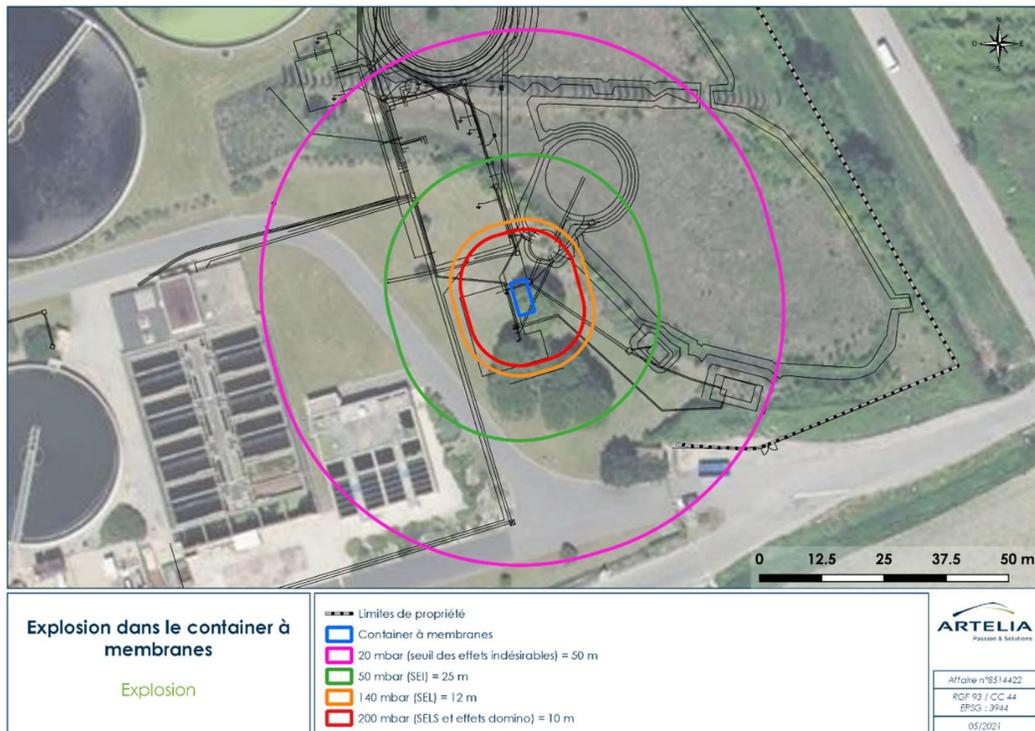


Figure 11 - Distance d'effets du phénomène PhD4 (explosion confinée du container à membranes)

6.3.7.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets létaux (200 mbar et 140 mbar) et irréversibles (50 mbar) sont contenus à l'intérieur du site.

Ce phénomène dangereux n'est pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

6.3.8. Modélisation du PhD5a - Explosion dans le poste d'injection

6.3.8.1. Hypothèses

Le scénario observé considère une fuite de biométhane à l'intérieur du poste d'injection dans le réseau de gaz de ville. Le poste compte deux chambres distinctes, seule une des deux est susceptible de contenir du biogaz. Les caractéristiques géométriques du poste sont présentées sur le schéma et dans le tableau suivant :

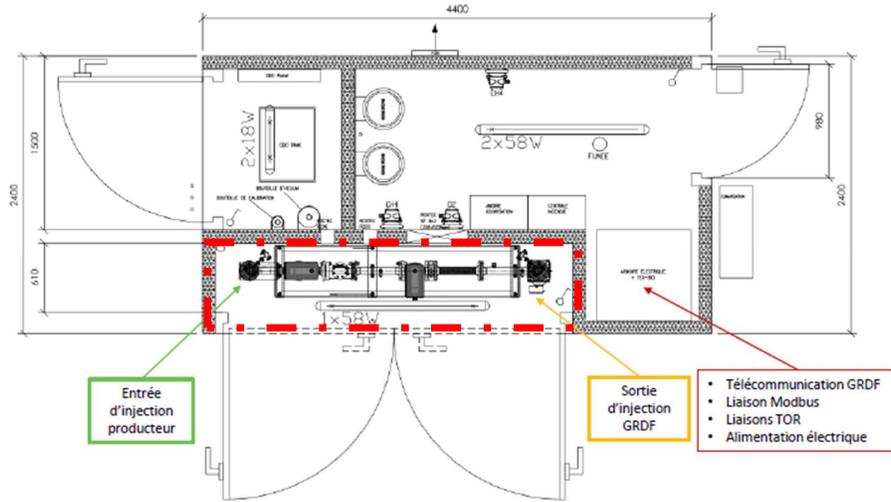


Figure 12 - Caractéristiques géométriques du local

6.3.8.2. Modèle de calcul utilisé

La pression maximale atteinte dans le container est calculée à l'aide de l'outil EFFEX.

6.3.8.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs
Hauteur (m)	2,5
Longueur (m)	3
Largeur (m)	0,8
Volume total (m ³)	6
Taux d'occupation du bâtiment	10%
Porte double battants (m x m)	3 x 2
Pression de rupture statique (mbar relatifs)	La résistance à l'explosion de la porte est estimée à 50 mbar
Gaz observé	Biométhane

Tableau 39 - Hypothèse de modélisation du PhD5a

6.3.8.4. Résultat de la modélisation

Les résultats de la modélisation figurent dans le tableau ci-après. Les distances d'effets sont à compter à partir des parois.

	Distance d'effet (m)
20 mbar	40
50 mbar	20
140 mbar	8
200 mbar	6

Tableau 40 - Résultats de modélisation de l'explosion du PhD5a

6.3.8.5. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones de l'explosion ci-après représente les effets dangereux associés au poste gaz.



Figure 13 - Distance d'effets du phénomène PhD5a (explosion confinée du poste d'injection de biométhane)

6.3.8.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets létaux (200 mbar et 140 mbar) et irréversibles (50 mbar) sont contenus à l'intérieur du site.

Ce phénomène dangereux n'est pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

6.3.9. Modélisation du Phd5b - Explosion dans le vide sanitaire sous le poste d'injection

6.3.9.1. Hypothèses

Le poste d'injection du biométhane est construit sur un vide sanitaire qui peut être rempli par le nuage inflammable et dont les caractéristiques sont les suivantes :

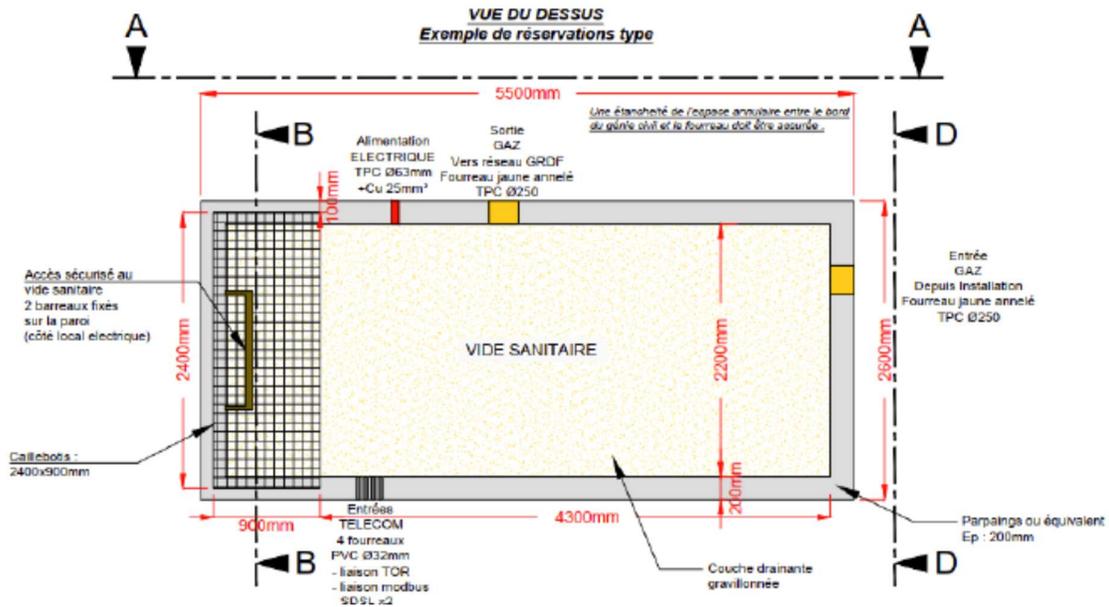


Figure 14 - Caractéristiques géométriques du vide sanitaire

6.3.9.2. Modèle de calcul utilisé

La pression maximale atteinte dans le container est calculée à l'aide de l'outil EFFEX.

6.3.9.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs
Hauteur (m)	0,9
Longueur (m)	5,2
Largeur (m)	2,2
Volume total (m³)	10,3
Taux d'occupation du bâtiment	0%
Caillebotis (m x m)	2,2 x 0,9
Gaz observé	Biométhane

Tableau 41 - Hypothèse de modélisation du Phd5b

6.3.9.4. Résultat de la modélisation

Les résultats de la modélisation figurent dans le tableau ci-après. Les distances d'effets sont à compter à partir des limites du vide sanitaire.

	Distance d'effet (m)
20 mbar	20
50 mbar	10
140 mbar	3
200 mbar	Non atteint

Tableau 42 - Résultats de modélisation de l'explosion du PhD5b

6.3.9.5. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones de l'explosion ci-après représente les effets dangereux associés au vide sanitaire.

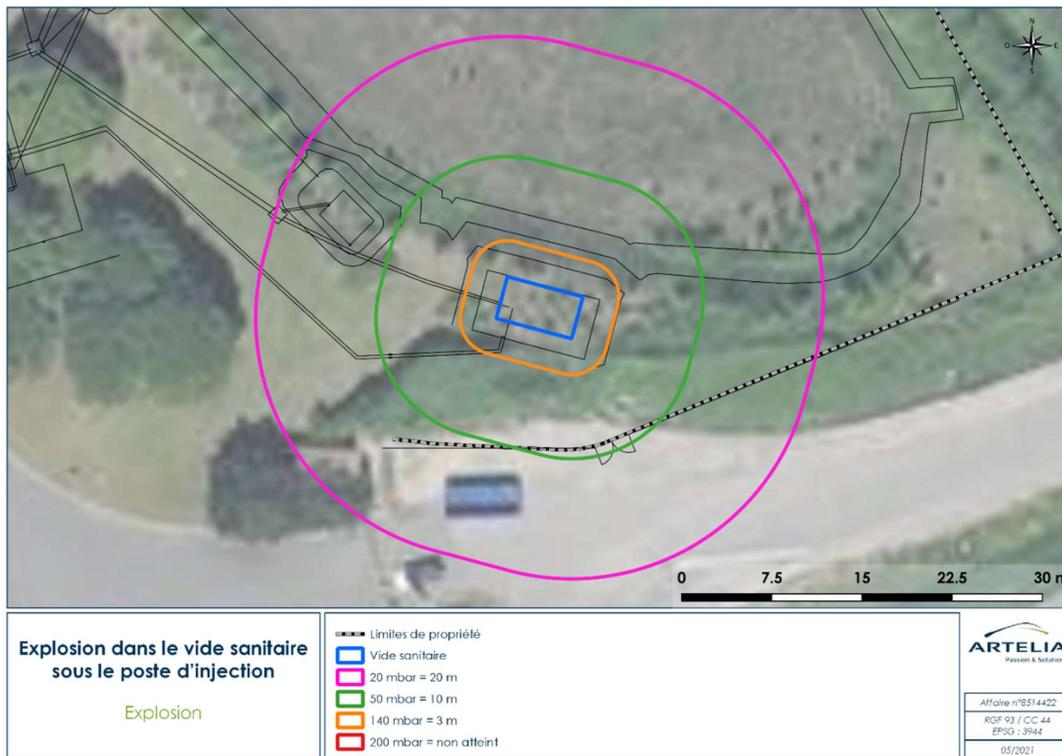


Figure 15 - Distance d'effets du phénomène PhD5b (explosion confinée du poste d'injection de biométhane)

6.3.9.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Le seuil des effets significatifs n'est pas atteint. Les effets létaux (et 140 mbar) sont contenus à l'intérieur du site. Les effets irréversibles (50 mbar) sortent des limites physiques du site au Sud de l'établissement.

Ce phénomène dangereux est donc majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il fera l'objet d'une analyse détaillée des risques dans le chapitre 7.

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers
VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

6.3.10. Modélisation du PhD6 - Explosion de biogaz rejeté en cas d'extinction ou non allumage de la torchère

6.3.10.1. Hypothèses

Le scénario considère un dysfonctionnement du brûleur de la torchère, duquel résulte la formation d'un nuage de biogaz à l'atmosphère.

Nota :

Ce phénomène dangereux est modélisé en assimilant le biogaz à du méthane pur (LIE comparables mais chaleur de combustion du méthane plus élevée) et en considérant le débit maximal de biogaz pouvant être envoyé vers la torchère. Cette approche est majorante.

6.3.10.2. Données

Les calculs sont réalisés avec PHAST ce qui permet de tenir compte de la dispersion du nuage et de sa dérive sous le vent et en considérant du méthane pur ce qui constitue une approche majorante. La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs	Commentaires
Hauteur torchère par rapport au sol (m)	6,5	/
Débit maximal de biogaz envoyé à la torchère (Nm ³ /h)	403	Soit 0,112 Nm ³ /s x 0,7 kg/m ³ avec densité CH ₄ = 0,08 kg/s (à Patmo et 0°C)
Direction du rejet	Verticale	/
Gaz observé	Biogaz assimilé à du méthane pur	Composition détaillée au chapitre 6.1.2.1.

Tableau 43 - Hypothèse de modélisation du PhD6

6.3.10.3. Résultat de la modélisation

La démarche de calcul utilisée est décrite au chapitre 6.2.2.

Effets thermiques

La LIE du biogaz étant du même ordre de grandeur que celle du méthane, les distances d'effet du flash-fire sont modélisées en assimilant le biogaz à du méthane pur.

	Distance d'effet du flash-fire (m)	
	À hauteur d'homme (1,5 mètres)	À hauteur de la torchère (6,5 mètres)
SEI = 1,1 x d(LIE = 5%)	Non atteint	< 5
SEL = d(LIE = 5%)	Non atteint	< 5
SELS = d(LIE = 5%)	Non atteint	< 5

Tableau 44 - Résultats de modélisation du flash-fire (effets thermiques) du PhD6

Les distances sont comptées à partir du point de rejet, c'est-à-dire à compter de la torchère.

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

Effets de surpression

Pour les effets de surpression, la méthode Multi-énergie avec un indice de violence de 4 (surpression maximale de 100 mbar) est utilisée (décrite au chapitre 6.2.3. (INERIS – DRA-09-101660-12812A – 2010).

	Distance d'effets de l'UVCE (m)	
	À hauteur d'homme (1,5 mètres)	À hauteur de la torchère (6,5 mètres)
20 mbar	Non atteint	< 5
50 mbar	Non atteint	< 5
140 mbar	Non atteint	Non atteint
200 mbar	Non atteint	Non atteint

Tableau 45 - Résultats de modélisation de l'explosion (effets de surpression) du PhD6

Les distances sont comptées à partir du point de rejet, c'est-à-dire à compter de la torchère.

6.3.10.4. Cartographie des zones d'effets

Les effets létaux et irréversibles étant inférieurs à 5 m à hauteur de la torchère et non atteints à hauteur d'homme, ils ne sont pas représentés.

6.3.10.5. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets létaux (200 mbar et 140 mbar pour les effets de surpression ; distance à la LIE pour les effets thermiques) et irréversibles (50 mbar pour les effets de surpression ; 1,1 x distance à la LIE pour les effets thermiques) sont contenus à l'intérieur du site.

Ce phénomène dangereux n'est donc pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

6.3.11. Modélisation du PhD7 - Fuite sur canalisation aérienne haute pression de biogaz

6.3.11.1. Hypothèses

Ce scénario considère une fuite sur une canalisation aérienne de biogaz. La canalisation aérienne susceptible de représenter un accident majeur se situe au niveau de l'épurateur. Pour des raisons majorantes, la canalisation aérienne a été positionnée sur l'extrémité de la dalle d'épuration qui se trouve au plus proche des limites de propriété du site.

6.3.11.2. Données

Les calculs sont réalisés avec PHAST ce qui permet de tenir compte de la dispersion du nuage et de sa dérive sous le vent. La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs	Commentaires
Débit	315 Nm ³ /h	/
Section	44,3 mm	/
Pression	< 15 barg	/
Hauteur maximale hors sol	3 mètres	/
Orientation de fuite	Horizontale et verticale	Orientation de fuite selon l'emplacement de la fuite
Gaz observé	Biogaz	/

Tableau 46 - Hypothèse de modélisation du PhD7

6.3.11.3. Résultat de la modélisation

La démarche de calcul utilisée est décrite au chapitre 6.2.2. Le logiciel PHAST est mis en œuvre. Le débit de fuite calculé par PHAST pour la section retenue dans le calcul de modélisation est de 4,483 kg.s⁻¹.

Effets thermiques (jet enflammé)

	Distances d'effet du jet enflammé (m)
3 kW/m ²	32
5 kW/m ²	29
8 kW/m ²	26

Tableau 47 - Résultats de modélisation du jet enflammé (effets thermiques) du PhD7

Les distances sont comptées à partir du point de rejet, c'est-à-dire à compter de l'origine de la fuite.

Effets thermiques (flash fire)

Les distances d'effets majeurs ne sont pas atteintes. Ce phénomène dangereux ne sera pas représenté.

Effets de surpression (UVCE)

Les distances d'effets majeurs ne sont pas atteintes. Ce phénomène dangereux ne sera pas représenté.

6.3.11.4. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones de l'explosion du PhD7 est donnée ci-après.

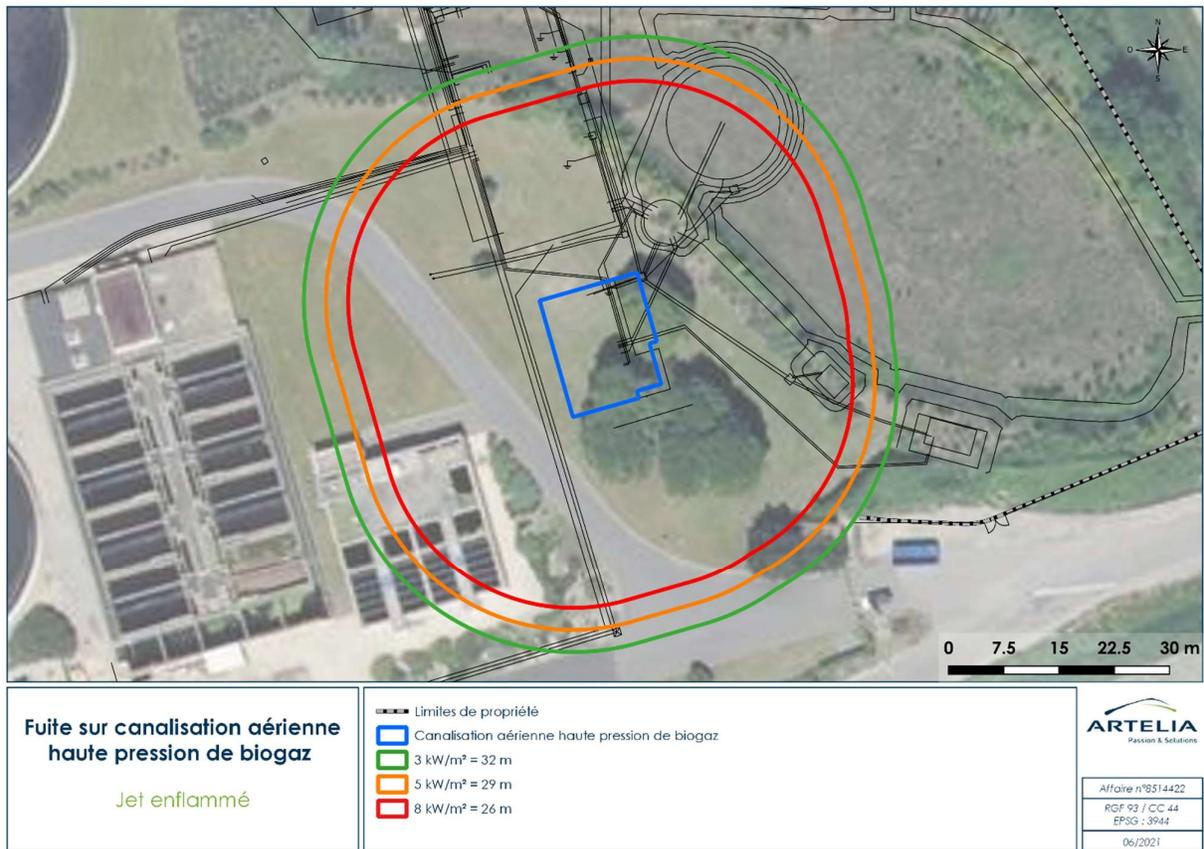


Figure 16 - Distance d'effets du phénomène PhD7 (jet enflammé)

6.3.11.5. Conclusion sur le phénomène dangereux

Seul le phénomène de jet enflammé présente des effets dangereux majeurs. Cependant les effets thermiques sont contenus à l'intérieur du site.

Ce phénomène dangereux n'est pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

6.3.12. Modélisation du PhD8 - Fuite de biogaz depuis la soupape du digesteur

6.3.12.1. Hypothèses

Le scénario d'accident observé ici considère un relargage de biogaz par la soupape localisée en toiture du digesteur. Ce relargage de biogaz peut être dû à une défaillance de la soupape en elle-même, ou alors il peut être causé par une déviation des paramètres opératoires au sein du digesteur.

6.3.12.2. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs	Commentaires
Section	200 mm	/
Hauteur de fuite	22,6 mètres	/
Pression interne dans le digesteur	25 mbarg	/
Pression d'ouverture de fuite	33 mbarg	/
Orientation de fuite	Verticale	Présence d'une protection
Gaz observé	Biogaz	/

Tableau 48 - Hypothèse de modélisation du PhD7

6.3.12.3. Résultat de la modélisation

Les calculs sont réalisés avec PHAST ce qui permet de tenir compte de la dispersion du nuage et de sa dérive sous le vent. La démarche de calcul utilisée est décrite au chapitre 6.2.2.

La modélisation est réalisée avec un débit de fuite 1,443 kg.s⁻¹.

Effets de surpression (UVCE)

La modélisation réalisée indique que les conditions atmosphériques contribuent à diluer le nuage de gaz de sorte que ce dernier ne se situe pas dans un domaine de concentration compris entre la LIE et la LSE. La modélisation réalisée indique que la dispersion de biogaz à la suite d'une fuite de la soupape du digesteur n'est pas de nature à générer un UVCE.

Effets thermiques (jet enflammé)

	Distances d'effet du jet enflammé (m)
3 kW/m ²	24
5 kW/m ²	23
8 kW/m ²	17

Tableau 49 - Résultats de modélisation du jet enflammé (effets thermiques) du PhD8

Les distances sont comptées à partir du point de rejet, c'est-à-dire à compter de l'origine de la fuite.

Effets thermiques (flash fire)

	Distances d'effet du flash fire (m)
3 kW/m ²	8,76
5 kW/m ²	7,96
8 kW/m ²	7,96

Les distances sont comptées à partir du point de rejet, c'est-à-dire à compter de l'origine de la fuite.

La modélisation indique que le flash fire présente une distance d'effet maximale inférieure à 9 mètres, ce qui est inférieur au rayon de l'ouvrage dans son ensemble (rayon interne de 9,8 mètres, auquel s'ajoute un anneau périphérique). Les seuils d'effets thermiques réglementaires ne sont pas ressentis au-delà de l'ouvrage.

6.3.12.4. Cartographie des zones d'effets

La cartographie des zones de l'explosion du PhD8 est donnée ci-après.

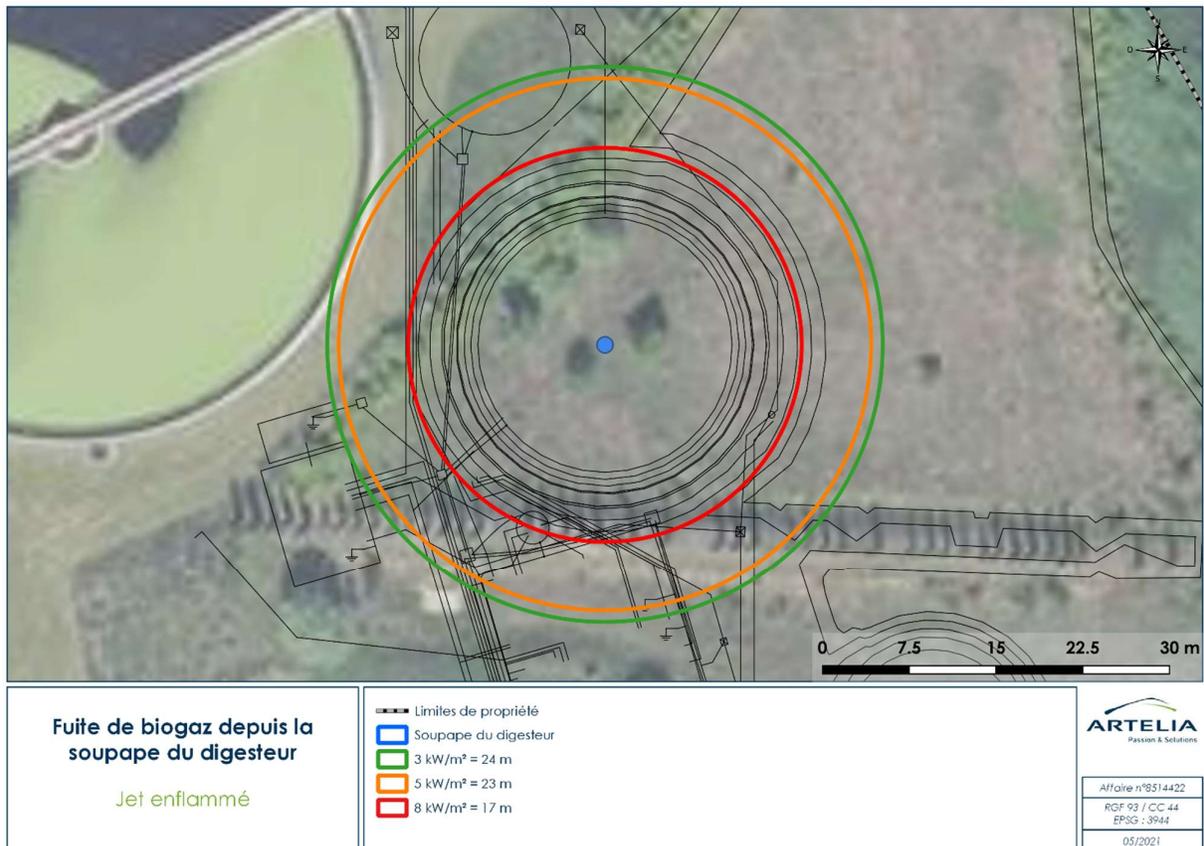


Figure 17 - Distance d'effets du phénomène PhD8 (jet enflammé)

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers
VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

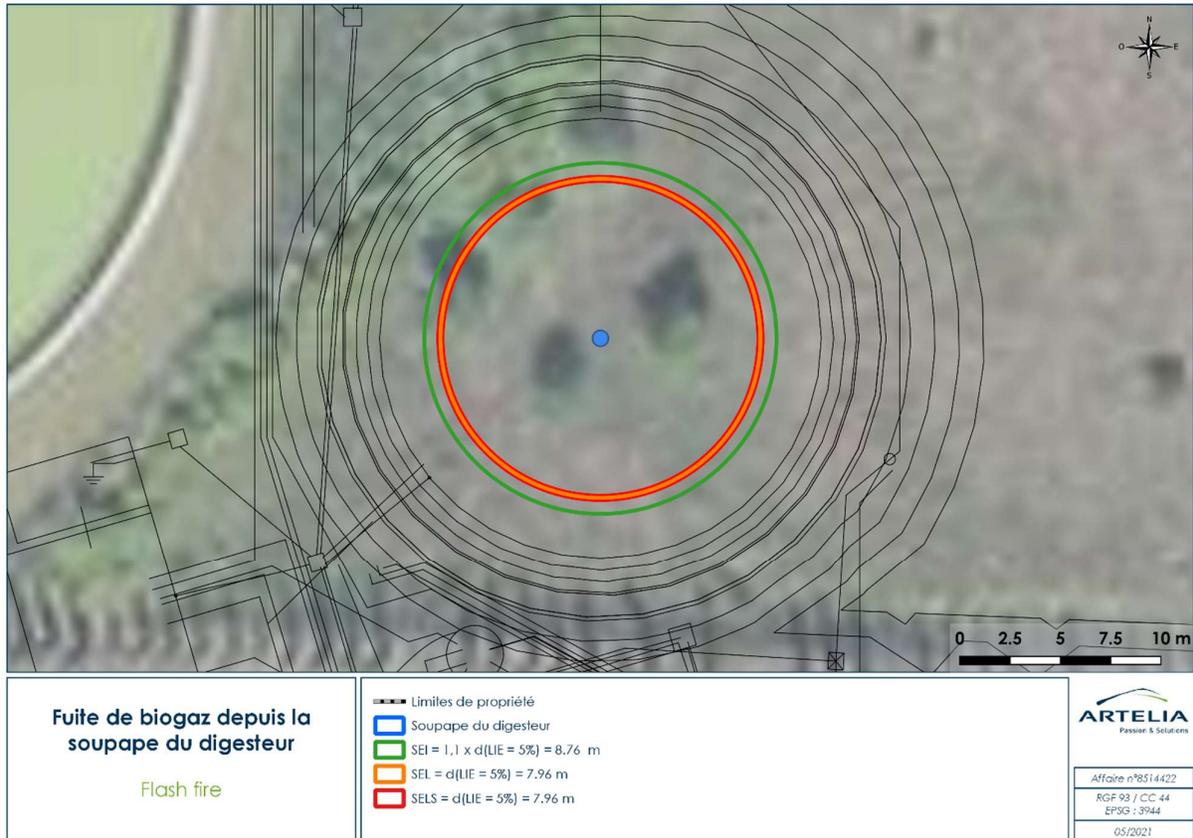


Figure 18 - Distance d'effets du phénomène PhD8 (flash fire)

6.3.12.5. Conclusion sur le phénomène dangereux

Seul le phénomène de jet enflammé présente des effets dangereux majeurs. Cependant les effets thermiques sont contenus à l'intérieur du site.

Ce phénomène dangereux n'est pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

6.3.13. Modélisation du PhD9 - Rupture de tuyauterie sur le toit du digesteur

6.3.13.1. Hypothèses

Le scénario envisagé est une fuite sur la tuyauterie aérienne de maillage de 200 mm reliant le digesteur au gazomètre. Les débits amont et aval sont assurés par la vidange du gazomètre et du digesteur. Les débits amont et aval sont assurés par la vidange du gazomètre et du digesteur.

6.3.13.2. Modèle de calcul utilisé

La démarche de calcul utilisée est décrite au chapitre 6.2.2. Le logiciel PHAST est mis en œuvre. Les niveaux de surpression produits par une telle explosion sont prédits à l'aide de la méthode Multi-énergie. L'indice de violence retenu est fixé à 4.

6.3.13.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Amont	Aval
Pression (mbar)	28	28
Diamètre de la canalisation (mm)	200	200
Volumes (m ³)	5953	1190
Température (°C)	35	35

Tableau 50 - Hypothèse de modélisation du PhD9

Le terme source total correspondant est présenté dans le tableau suivant :

	Amont (DN800)	Aval (DN800)	Total
Débit [kg/s]	1,5	1,5	3
Vitesse d'écoulement [m/s]	44	44	44
Température [°C]	35		
Direction du rejet	Horizontal		

Tableau 51 - Terme source

6.3.13.4. Résultat de la modélisation

Effets thermiques (jet enflammé)

	Distances d'effet du jet enflammé (m)	
	Conditions D5	Conditions F3
3 kW/m ²	30	30
5 kW/m ²	25	22
8 kW/m ²	20	20

Tableau 52 - Résultats de modélisation du jet enflammé (effets thermiques) du PhD9

Les distances d'effets majorantes s'appliquent pour les conditions D5. Les distances sont comptées à partir du point de rejet, c'est-à-dire à compter de l'origine de la fuite.

Effets thermiques (flash fire)

	Distance d'effet du flash-fire (m)	
	Conditions D5	Conditions F3
SEI = 1,1 x d(LIE = 5%)	19	19
SEL = d(LIE = 5%)	17	17
SELS = d(LIE = 5%)	17	17

Tableau 53 - Résultats de modélisation du flash fire (effets thermiques) du PhD9

Les distances d'effets sont identiques pour les conditions D5 et F3. Les distances sont comptées à partir du point de rejet, c'est-à-dire à compter de l'origine de la fuite.

Effets de surpression (UVCE)

	Distance d'effets de l'UVCE (m)	
	Conditions D5	Conditions F3
20 mbar	26	26
50 mbar	18	18
140 mbar	Non atteint	Non atteint
200 mbar	Non atteint	Non atteint

Tableau 54 - Résultats de modélisation de l'explosion (suppression) du PhD9

Les distances d'effets sont identiques pour les conditions D5 et F3. Les distances sont comptées à partir du point de rejet, c'est-à-dire à compter de l'origine de la fuite.

6.3.13.5. Cartographie des zones d'effets

Les cartographies des zones de l'explosion ci-après représentent les effets dangereux associés à la tuyauterie basse pression au-dessus du digesteur.

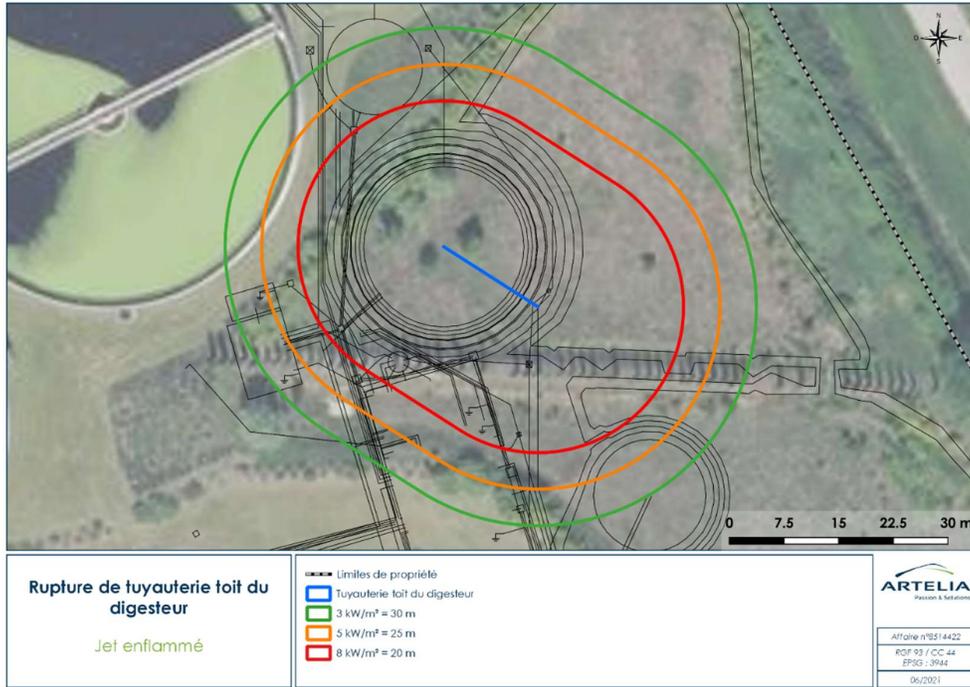


Figure 19 - Distance d'effets du phénomène PhD9 (rupture de la tuyauterie au-dessus du digesteur) jet enflammé

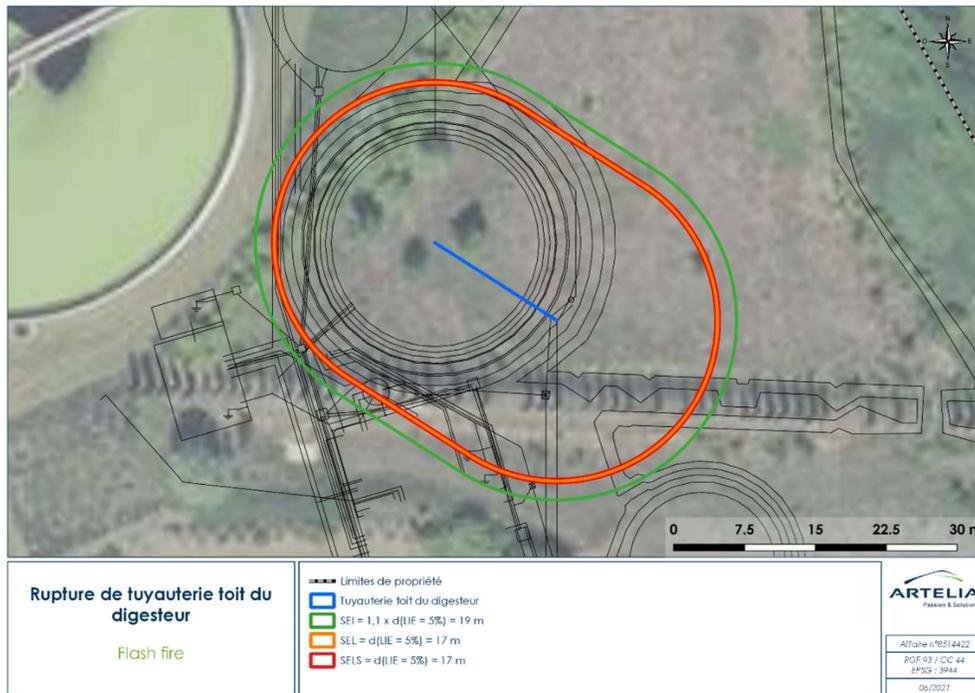


Figure 20 - Distance d'effets du phénomène PhD9 (rupture de la tuyauterie au-dessus du digesteur) flash fire

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers
 VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

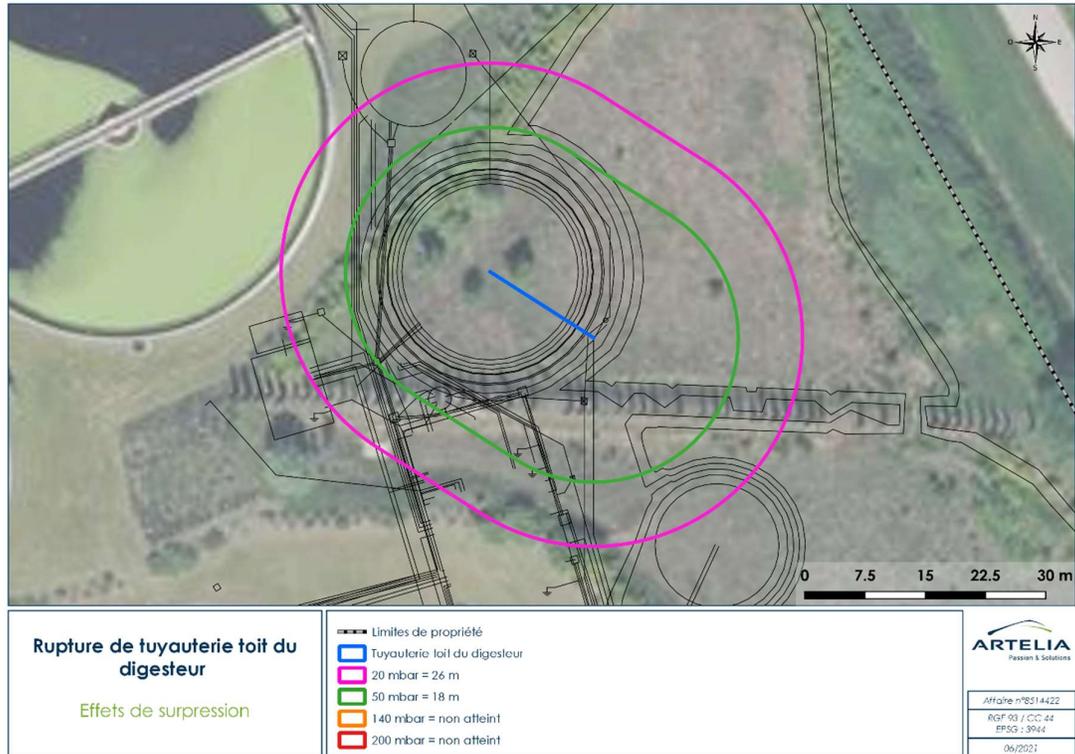


Figure 21 - Distance d'effets du phénomène PhD9 (rupture de la tuyauterie au-dessus du digesteur) effets de surpression

6.3.13.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets dangereux thermiques et surpression ne sortent pas des limites de propriété du site.

Ce phénomène dangereux n'est pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

6.3.14. Modélisation du PhD10 - Fuite sur tuyauterie enterrée basse pression

6.3.14.1. Hypothèses

Le scénario envisagé est une fuite sur une tuyauterie enterrée de maillage de DN 225, reliant les différents équipements de process biogaz. La rupture totale est exclue, s'agissant d'une canalisation enterrée et sans risque d'agression significative majeure particulière. Les tailles de fuite 12 mm et 70 mm sont retenus (guide GESIP).

6.3.14.2. Modèle de calcul utilisé

La démarche de calcul utilisée est décrite au chapitre 6.2.2. Le logiciel PHAST est mis en œuvre. Les niveaux de surpression produits par une telle explosion sont prédits à l'aide de la méthode Multi-énergie. L'indice de violence retenu est fixé à 4.

6.3.14.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs
Pression (mbar)	25
Diamètre de la canalisation (mm)	198
Température (°C)	35

Tableau 55 - Hypothèse de modélisation du PhD10

6.3.14.4. Résultat de la modélisation

Les résultats de modélisations sont présentés dans le tableau suivant :

Fuite	Débit de fuite	3 kW/m ²	5kW/m ²	8kW/m ²	Longueur de flamme
12 mm	0,004 kg/s	2 m	2 m	2 m	1 m
70 mm	0,13 kg/s	9 m	7 m	6 m	5 m

Tableau 56 - Terme source et résultats des modélisation du PhD10 (effets thermiques)

Le phénomène dangereux ne présente pas d'UVCE ni de flash fire.

6.3.14.5. Cartographie des zones d'effets

Les cartographies des zones de l'explosion ci-après représentent les effets dangereux associés à la tuyauterie de biogaz basse pression enterrée.

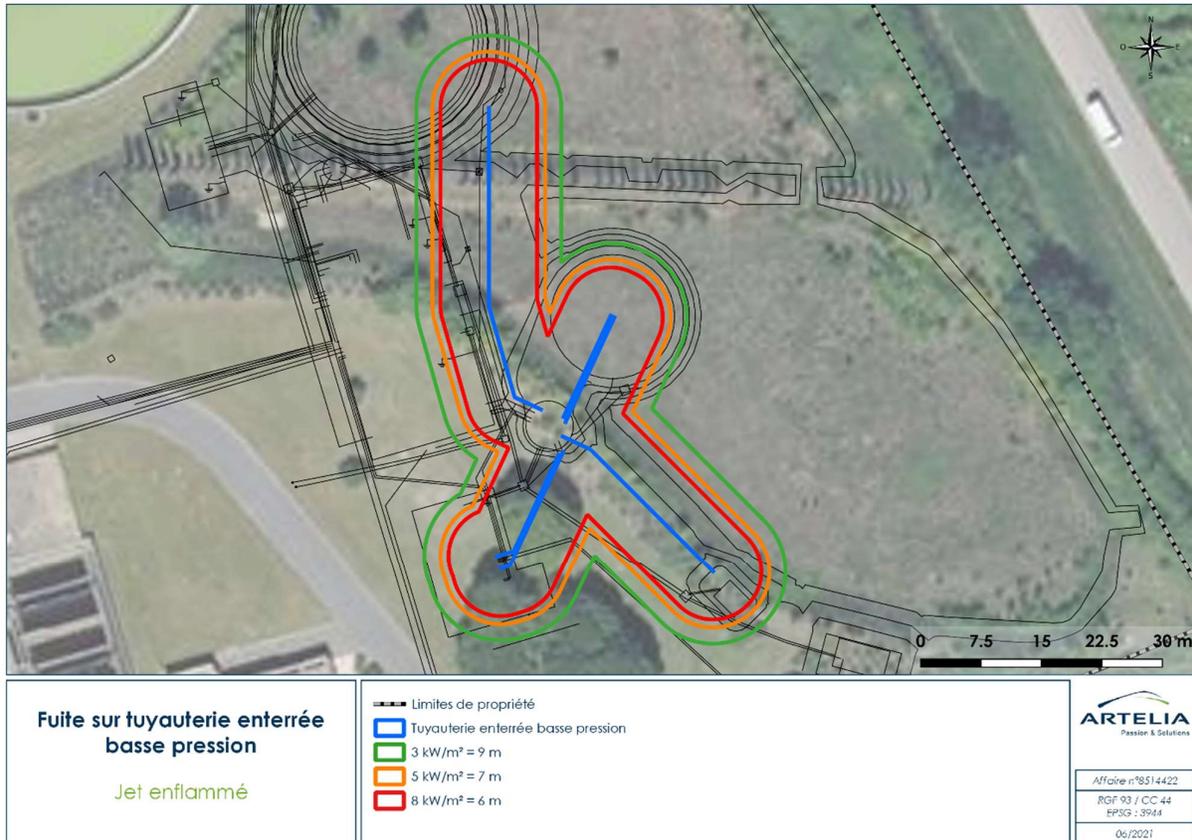


Figure 22 - Distance d'effets du phénomène PhD10 (fuite d'une tuyauterie enterrée basse pression) jet enflammé

6.3.14.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets dangereux thermiques et surpression ne sortent pas des limites de propriété du site.

Ce phénomène dangereux n'est pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

6.3.15. Modélisation du PhD11 - Explosion du local technique du digesteur

6.3.15.1. Hypothèses

Ce scénario correspond à l'explosion du bâtiment digesteur suite à l'accumulation du biogaz issu d'une fuite sur une canalisation de boue située en pied de digesteur. Lors de la fuite, le digesteur se vidange de ses boues. Le bâtiment se remplit progressivement de boues laissant du biogaz s'échapper progressivement avant que le mélange air/biogaz n'atteigne des conditions inflammables dans tout le bâtiment.

6.3.15.2. Caractéristiques du bâtiment

Les caractéristiques géométriques du bâtiment sont présentées sur le schéma et dans le tableau suivant :

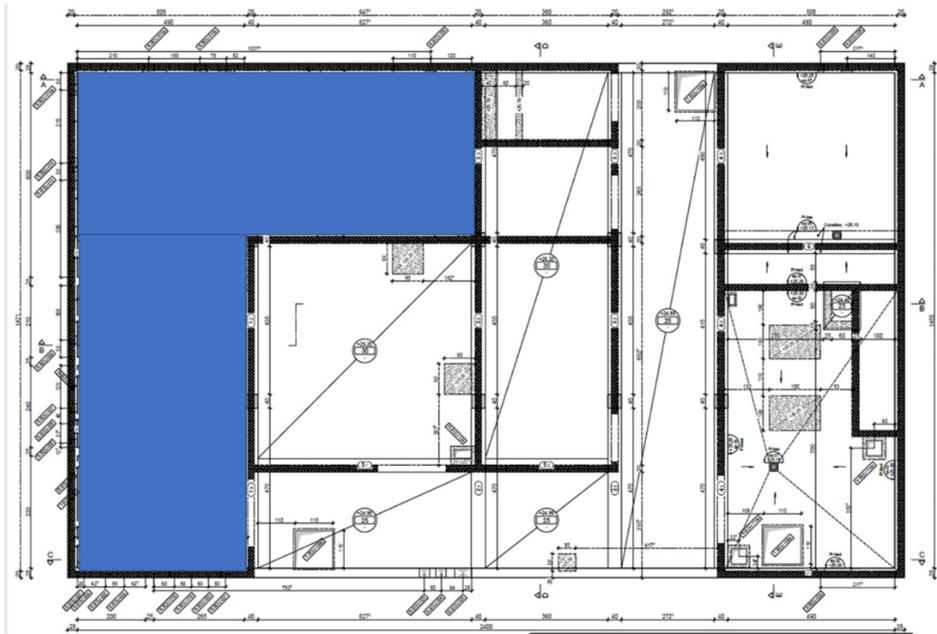


Figure 23 - Caractéristiques géométriques du local technique

Ses dimensions sont :

Hauteur du local (m)	3,55
Grande longueur intérieure (m)	14,71
Grande largeur intérieure (m)	11,57
Petite longueur intérieure (m)	4,7
Petite largeur intérieure (m)	4,9
Épaisseur des murs (m)	0,2 (béton armé)
Épaisseur de la dalle toiture (m)	0,25 (béton armé)
Volume (m ³)	367,2
Taux d'occupation du bâtiment	10%
Surface soufflable (m x m), dont :	
5 fenêtres	1,71x0,95 (chacune)
1 porte	2,1x2
Ouverture en toiture (manutention) (m x m)	4,8x3
Pression d'ouverture des surfaces soufflables (mbar)	50

Tableau 57 - Caractéristiques du local technique

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers
VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

6.3.15.3. Données de modélisation

Deux hypothèses sont présentées sur la hauteur de boue et sur le temps nécessaire pour obtenir un mélange stœchiométrique :

	Hypothèse A	Hypothèse B
Hauteur de boue [m]	1	2
Débit de biogaz [m ³ /h]	8,6	17,2
Volume libre dans le local [m ³]	234,4	144,3
Temps d'attente pour obtenir un mélange stœchiométrique [h]	4	1

Tableau 58 - Influence de la hauteur de boue sur le volume libre et le temps d'attente pour atteindre la stœchiométrie

Le local est pourvu d'une couverture et de murs en béton armé de 20 cm d'épaisseur. La résistance à l'explosion de cette couverture est supposée de l'ordre de 250 mbar.

6.3.15.4. Modèle de calcul utilisé

Pour chaque cas, la pression maximale atteinte dans les bâtiments est calculée à l'aide de l'outil EFFEX à partir des données d'entrée pour la combustion présentée dans le tableau suivant :

Concentration de méthane dans l'air	Stœchiométrie
Vitesse laminaire de flamme (m/s)	0,3
Taux d'expansion	6

Tableau 59 - Données d'entrée pour la combustion

6.3.15.5. Résultat de la modélisation

Les résultats de la modélisation figurent ci-après.

	Hypothèse A	Hypothèse B
Hauteur de boues	1 m	2 m
200 mbar (m)	Non atteint	Non atteint
140 mbar (m)	8	7
50 mbar (m)	30	25
20 mbar (m)	60	50

Tableau 60 - Résultats de modélisation de l'explosion (effets de surpression) du PhD10

Les distances d'effets majorantes s'appliquent pour l'hypothèse A, avec une hauteur de boues de 1 mètre dans le local technique. Les distances sont comptées à partir des parois du local technique.

6.3.15.6. Cartographie des zones d'effets

Les cartographies des zones d'explosion sont données ci-après.

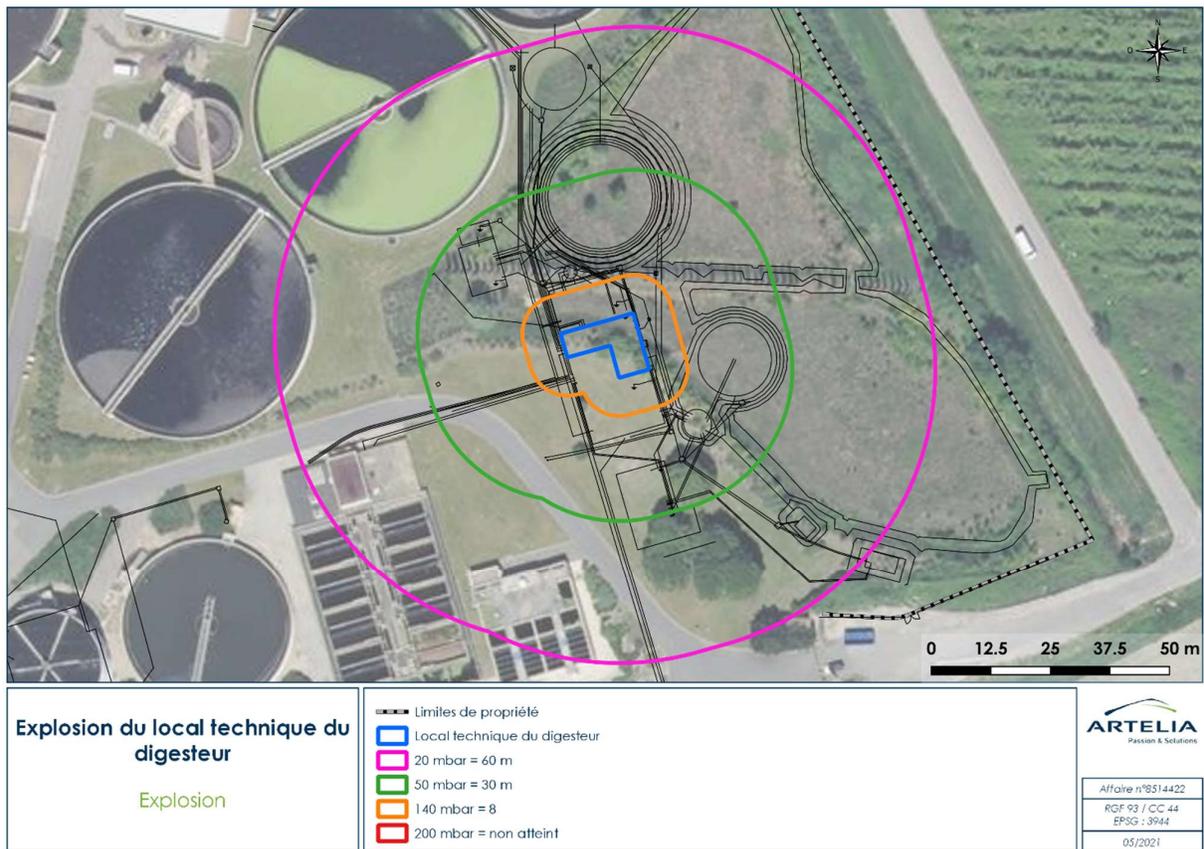


Figure 24 - Distance d'effets du phénomène PhD11 (explosion du local technique) effets de surpression

6.3.15.7. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets dangereux thermiques et surpression ne sortent pas des limites de propriété du site.

Ce phénomène dangereux n'est pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

6.3.16. Modélisation du PhD12 - Fuite sur la tuyauterie enterrée de biométhane

6.3.16.1. Hypothèses

Le scénario envisagé est une fuite sur une tuyauterie enterrée de maillage de DN 51,3, conduisant le biométhane vers les poste d'injection. La rupture totale est exclue, s'agissant d'une canalisation enterrée et sans risque d'agression significative majeure particulière. Une taille de fuite de 25 mm est retenue.

6.3.16.2. Modèle de calcul utilisé

La démarche de calcul utilisée est décrite au chapitre 6.2.2. Le logiciel PHAST est mis en œuvre. Les niveaux de surpression produits par une telle explosion sont prédits à l'aide de la méthode Multi-énergie. L'indice de violence retenu est fixé à 4.

6.3.16.3. Données

La modélisation est réalisée en considérant les hypothèses suivantes :

	Valeurs
Pression (bar)	8,2 bar
Diamètre de la canalisation (mm)	51,4
Température (°C)	35

Tableau 61 - Hypothèse de modélisation du PhD12

6.3.16.4. Résultat de la modélisation

Les résultats de modélisations sont présentés dans le tableau suivant :

Fuite	Débit de fuite	3 kW/m ²	5kW/m ²	8kW/m ²	Longueur de flamme
25 mm	0,7 kg/s	11 m	9 m	7 m	6,5 m
12 mm	0,16 kg/s	8 m	5 m	4 m	3,4 m

Tableau 62 - Terme source et résultats des modélisation du PhD12 (effets thermiques)

Le phénomène dangereux ne présente pas d'UVCE ni de flash fire.

6.3.16.5. Cartographie des zones d'effets

Les cartographies des zones de l'explosion ci-après représentent les effets dangereux associés à la tuyauterie haute de biométhane pression enterrée.

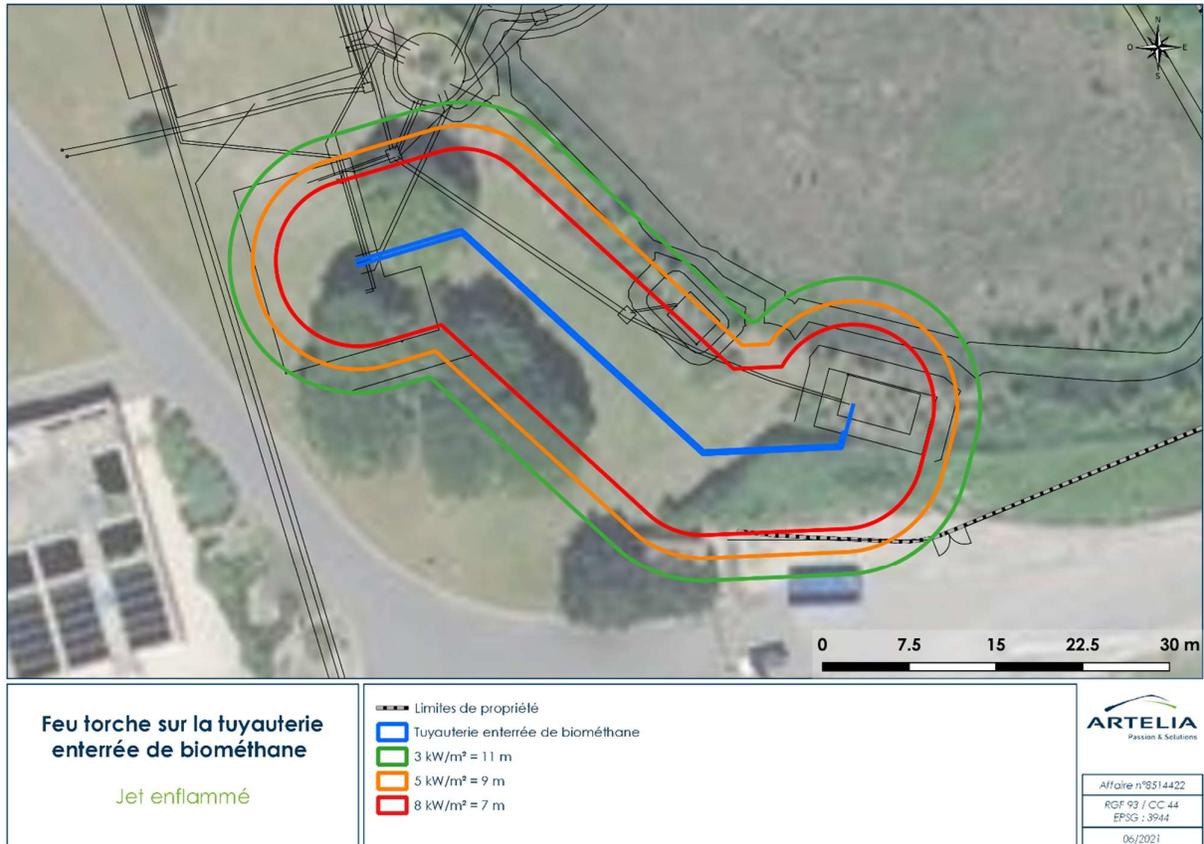


Figure 25 - Distance d'effets du phénomène PhD12 (fuite d'une tuyauterie enterrée haute pression) jet enflammé

6.3.16.6. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets létaux significatifs (200 mbar) sont contenus à l'intérieur du site. Les effets létaux (140 mbar) et irréversibles (50 mbar) sortent des limites physiques au Sud de l'établissement.

Ce phénomène dangereux est donc majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il fera l'objet d'une analyse détaillée des risques dans le chapitre 7.

6.3.17. Modélisation du PhD13 - Jet enflammé sur la tuyauterie du poste GrDF

6.3.17.1. Hypothèses

Le scénario envisagé est une fuite sur une tuyauterie enterrée de maillage de DN 51,3, conduisant le biométhane vers le poste d'injection en pression 8 barg. La fuite génère un jet enflammé au niveau du poste d'injection GrDF.

6.3.17.2. Modèle de calcul utilisé

Les distances d'effets associées à cette fuite ont été communiquées par GrDF, propriétaire de l'équipement.

6.3.17.3. Résultat de la modélisation

Les distances d'effets communiquées par GrDF sont présentées dans le tableau suivant, applicable à partir du mur de l'installation :

	Distances d'effets
8 kW/m ²	2 m
5 kW/m ²	3 m
3 kW/m ²	4 m

Tableau 63 - Distances d'effets du PhD13 (effets thermiques)

6.3.17.4. Cartographie des zones d'effets

Les cartographies des zones de l'explosion ci-après représentent les effets dangereux associés à la tuyauterie haute de biométhane pression au niveau du poste d'injection.

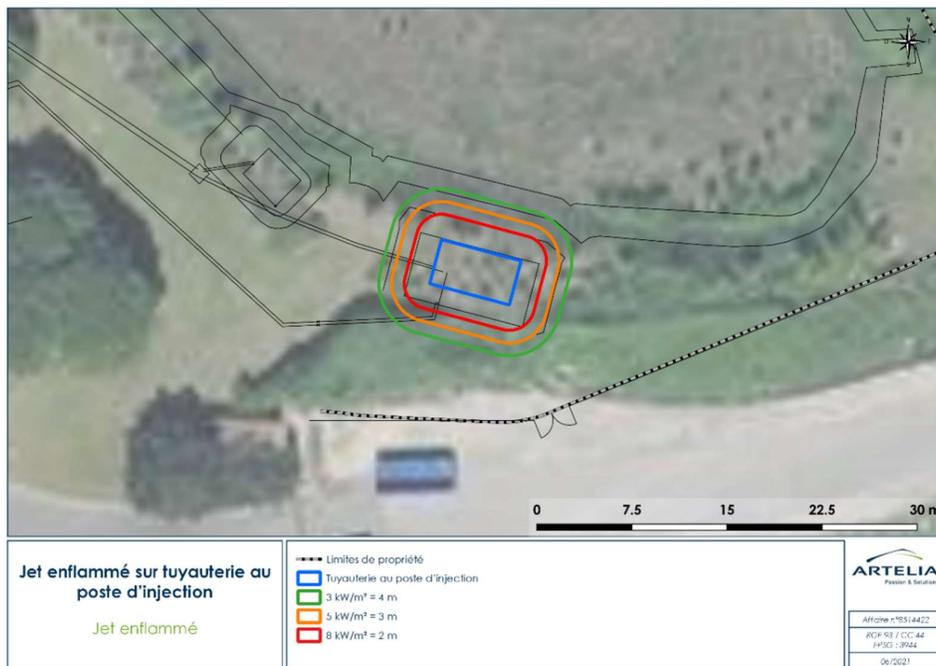


Figure 26 - Distance d'effets du phénomène PhD13 (fuite de la tuyauterie GrDF haute pression) jet enflammé

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers
VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

6.3.17.5. Conclusion sur le phénomène dangereux

Les effets dangereux thermiques ne sortent pas des limites de propriété du site.

Ce phénomène dangereux n'est pas majeur au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005. Aussi, selon la méthode des études de dangers, il ne fera pas l'objet d'une analyse détaillée des risques.

6.3.18. Observation sur les effets dominos

Les cartographies des effets dangereux permettent d'identifier les effets dominos potentiels, au regard des critères définis par l'arrêté du 29 septembre 2005. Les observations sont synthétisées dans le tableau suivant.

Phénomène dangereux	Effet domino observé	Remarque
PhD1a - Explosion du ciel gazeux du digesteur en fonctionnement normal	Bâche à boues digérées Clarificateur <i>Tuyauterie biogaz toiture digesteur*</i> Groupe électrogène	<i>*cet effet domino ne sera pas pris en compte dans la mesure où l'explosion du digesteur provoquerait la libération du biogaz avant son arrivée dans la tuyauterie</i>
PhD1b - Explosion du ciel gazeux du digesteur à vide	Bâche à boues digérées Clarificateur Groupe électrogène Bâtiment technique <i>Tuyauterie biogaz toiture digesteur*</i> Mycet Gazomètre	<i>*cet effet domino ne sera pas pris en compte dans la mesure où l'explosion du digesteur provoquerait la libération du biogaz avant son arrivée dans la tuyauterie</i>
PhD2a - Explosion de la bâche à boue digérée vide	Digesteur Clarificateur Mycet	/
PhD2b - Explosion de la bâche à boue digérée pleine	Clarificateur Mycet	/
PhD3a - Explosion confinée du gazomètre	<i>Pas d'effet domino</i>	/
PhD3b - Explosion de biogaz rejeté lors de la ruine du gazomètre	Digesteur Tuyauterie biogaz toiture digesteur Groupe électrogène Bâtiment technique Pot de purge Unité d'épuration Dalle d'épuration Torchère	/
PhD4 - Explosion dans le container à membranes	Bâtiment technique Pot de purge Dalle d'épuration	/

Phénomène dangereux	Effet domino observé	Remarque
PhD5a - Explosion dans le poste d'injection	<i>Aucun ouvrage impacté</i>	/
PhD5b - Explosion dans le vide sanitaire sous le poste d'injection	<i>Pas d'effet domino</i>	/
PhD6 - Explosion de biogaz rejeté en cas d'extinction ou non allumage de la torchère	<i>Pas d'effet domino</i>	/
PhD7 - Fuite sur canalisation aérienne haute pression de biogaz	Bâtiment technique Pot de purge Gazomètre Torchère Bâche à eaux salles	/
PhD8 - Fuite de biogaz depuis la soupape du digesteur	Groupe électrogène	/
PhD9 - Rupture de tuyauterie sur le toit du digesteur	Digesteur Groupe électrogène Bâtiment technique Bâche à boues digérées	/
PhD10 - Fuite sur tuyauterie enterrée basse pression	Digesteur Bâtiment technique Unité d'épuration Dalle d'épuration Pot de purge Gazomètre Torchère	/
PhD11 - Explosion du local technique du digesteur	<i>Pas d'effet domino</i>	/
PhD12 - Fuite sur la tuyauterie enterrée de biométhane	Unité d'épuration Dalle d'épuration Container d'injection* Vide sanitaire* Torchère	<i>*cet effet domino ne sera pas pris en compte dans la mesure où la fuite de la tuyauterie d'alimentation en biométhane supprime l'arrivée du biométhane en aval</i>
PhD13 - Fuite sur la tuyauterie biométhane au niveau du poste d'injection	<i>Aucun ouvrage impacté</i>	/

Tableau 64 - Synthèse des effets dominos

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

6.3.19. Synthèse

Les modélisations réalisées dans le présent chapitre ont permis d'identifier certains phénomènes dangereux présentant des effets dangereux en dehors des limites de propriété, au regard de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation. Ces phénomènes dangereux sont qualifiés de phénomènes dangereux majorants, ils sont listés ci-après :

Numéro	Phénomène dangereux
PhD1a	Explosion du digesteur en fonctionnement normal
PhD1b	Explosion du digesteur à vide
PhD2a	Explosion de la bache à boues digérées vide
PhD3b	Ruine du gazomètre
PhD5b	Explosion dans le vide sanitaire
PhD12	Fuite sur la tuyauterie enterrée de biométhane

Tableau 65 - Phénomènes dangereux majorants retenus

Ces phénomènes dangereux majorants font l'objet d'une analyse détaillée des risques, réalisée ci-après dans le chapitre 7.

7. ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES

Les modélisations réalisées dans le précédent chapitre ont permis d'identifier les phénomènes dangereux majorants, c'est-à-dire ceux pour lesquels des effets dangereux en dehors des limites de propriété sont à prévoir et ont été confirmés par le résultat des modélisations. Ces derniers sont synthétisés dans le chapitre 6.3.19.

Ces phénomènes dangereux majorants font l'objet d'une analyse détaillée des risques dans le présent chapitre.

L'analyse détaillée des risques constitue la deuxième étape de l'étude des dangers. Elle consiste en un examen approfondi des accidents majeurs potentiels identifiés lors de l'APR, des scénarios (séquences d'événements) susceptibles d'y conduire et des mesures de maîtrise des risques associées.

Pour étudier dans le détail les conditions d'occurrence et les effets possibles des phénomènes dangereux comme pour apporter une démonstration plus précise de la maîtrise des scénarios y conduisant, il peut être nécessaire de développer une approche complémentaire à la méthode mise en œuvre lors de l'analyse préliminaire des risques et notamment de visualiser les séquences accidentelles possibles.

Le scénario d'explosion d'un digesteur a été retenu suite à l'Analyse Préliminaire des Risques. Il est développé ci-dessous pour le digesteur identifié sur le site en sachant que le scénario d'explosion est de cinétique rapide.

7.1. ANALYSE DU PHENOMENE 1A - EXPLOSION DU DIGESTEUR PLEIN

7.1.1. Analyse probabiliste

Le digesteur à plein constitue un mode de fonctionnement en mode normal. Durant l'exploitation du digesteur, le ciel gazeux saturé est à 100 % en biogaz. L'explosion du digesteur implique donc une entrée d'air à l'intérieur de ciel gazeux, suffisamment importante et durable de façon à atteindre la limite supérieure d'explosivité du biogaz, à savoir une concentration d'environ 15 % dans l'air.

On distingue différentes grandes phases durant laquelle l'explosion est susceptible de se produire :

- Pendant une vidange du digesteur (volontaire ou accidentelle), au début de la phase de vidange ;
- Un dysfonctionnement dans la séquence normale d'exploitation entraînant une chute de pression dans le ciel du digesteur.

Le mélange air/biogaz ainsi formé est susceptible de générer l'explosion du digesteur, moyennant également la condition de présence d'une source d'ignition.

7.1.1.1. Représentation graphique des évènements

Une entrée d'air significative et prolongée à l'intérieur du digesteur peut être causée par :

- Une rupture totale de l'une des deux canalisations de boues situées en sortie du digesteur ;
- Une erreur humaine lors de la maintenance décennale ;
- Une erreur humaine lors de la maintenance d'une pompe de recirculation des boues ayant lieu tous les 18 mois ;
- Une baisse brutale de la pression à l'intérieur du digesteur durant un régime de débit stationnaire, associée à une fuite de la membrane du gazomètre ou à une soupape sur le toit du digesteur.

Les différents cheminements de scénarios accidentels conduisant à l'explosion du digesteur à plein sont étudiés dans le nœud papillon ci-dessous.

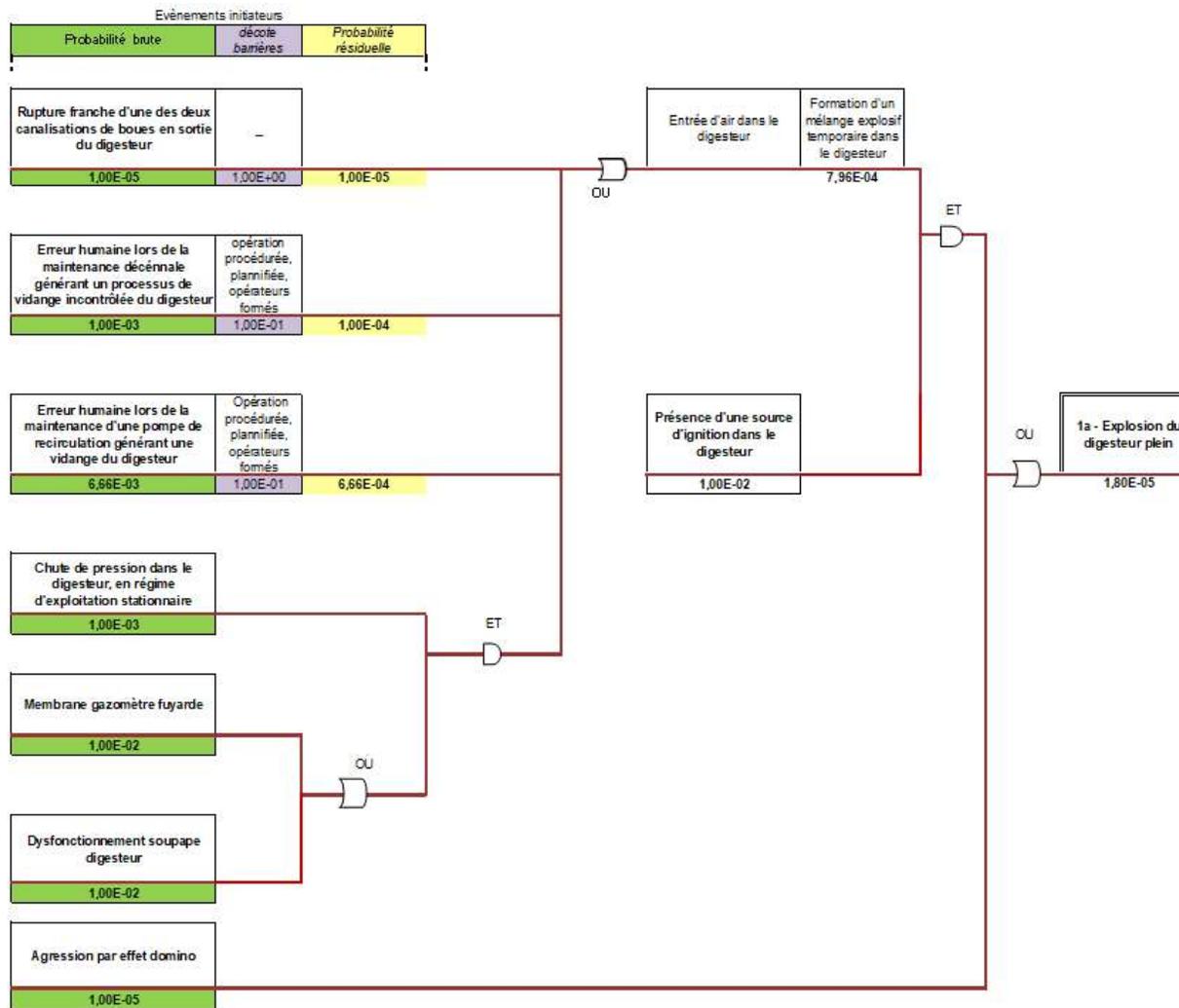


Figure 27 - Arbre d'évènements relatifs à l'explosion du digesteur plein (PhD1a)

7.1.1.2. Probabilité d'occurrence

Probabilité des évènements initiateurs

→ Évènement initiateur : Rupture sur canalisation

Selon la base de données PCAG, la probabilité maximale de rupture sur les canalisations de diamètre compris entre 150 et 299 mm est de $2.10^{-7}/m/an$. En sachant qu'il y a deux canalisations de 25 mètres de long chacune, la probabilité de rupture franche associée à cet évènement est de $1.10^{-5}/an$.

→ Évènement initiateur : Erreur humaine lors de la maintenance décennale

La réalisation de cette opération régulièrement une fois tous les 10 ans porte sa probabilité à $1.10^{-1}/an$. Il s'agit d'une opération de maintenance opérée par une intervention humaine. La base de données LOPA, propose une probabilité d'occurrence d'une erreur humaine moyenne de 1.10^{-2} par opération, pour des opérations sans stress ni fatigue.

La maintenance décennale est une opération planifiée en amont de façon à l'intégrer dans un planning suffisamment dimensionné pour mettre les installations à disposition et pour ne pas pressuriser les intervenants de contrainte planning. La maintenance décennale est également procédurée et réalisée par du personnel formé. Cette maîtrise opérationnelle permet d'attribuer un niveau de confiance 1 à cette barrière organisationnelle.

La probabilité de rencontrer une erreur humaine lors de la maintenance décennale générant une vidange du digesteur est de $1.10^{-4}/an$, en prenant en compte.

→ Évènement initiateur : Erreur humaine lors de la maintenance sur une pompe de recirculation

Cette intervention est réalisée environ une fois tous les 18 mois, ce qui porte sa probabilité moyenne à $6,6.10^{-1}/an$.

Cette intervention est une opération planifiée en amont de façon à l'intégrer dans un planning suffisamment dimensionné pour mettre les installations à disposition et pour ne pas pressuriser les intervenants de contrainte planning. Cette opération de maintenance est également procédurée et réalisée par du personnel formé. Cette maîtrise opérationnelle permet d'attribuer un niveau de confiance 1 à cette barrière organisationnelle.

→ Évènement initiateur : Chute de pression dans le digesteur, en régime d'exploitation stationnaire

Cette opération correspond à une anomalie par rapport la séquence normale d'exploitation de la file biogaz, elle présente une double défaillance :

- Un fonctionnement en régime stationnaire de la file biogaz
- Une chute de pression dans le ciel gazeux du digesteur.

S'agissant d'une double défaillance, cet évènement initiateur est estimé avec une probabilité de $10^{-3}/an$.

→ Évènement initiateur : Membranes gazomètres fuyarde

Cet équipement est associé à un dispositif de maintien de pression, il est associé à une probabilité de défaillance moyenne de $10^{-2}/an$ selon le « Programme EAT – DRA-34 – Opération j – Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse des risques – Partie 2, Données quantifiées » édité par l'INERIS.

→ Évènement initiateur : Dysfonctionnement soupape digesteur

Cet équipement est associé à un dispositif de maintien de pression, il est associé à une probabilité de défaillance moyenne de $10^{-2}/an$ selon le « Programme EAT – DRA-34 – Opération j – Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse des risques – Partie 2, Données quantifiées » édité par l'INERIS.

Barrières de sécurité

Les décotes de probabilité attribuées aux barrières de de sécurité sont déterminées à dire d'expert, moyennant une approche basée sur le retour d'expérience.

Les phases de démarrage et d'arrêt des digesteurs font l'objet de procédures spécifiques avec revue documentaire préalable. Cette procédure est vérifiée par une personne tierce qui s'assure que tous les pré-requis au démarrage ou à l'arrêt sont satisfaits. Cette vérification de la procédure et des documents associés fait l'objet d'une autorisation de démarrage GO / NO GO par le responsable sécurité de l'entité.

Le mode opératoire des phases de démarrage et d'arrêt du digesteur comporte toujours l'inertage de l'installation pour éviter de se trouver dans les limites d'explosivité.

Probabilité d'inflammation au sein du digesteur

L'inflammation du mélange inflammable air/biogaz est estimée en tenant compte des paramètres suivants :

- Le mélange inflammable se trouve exclusivement à l'intérieur du digesteur ;
- L'intérieur du digesteur ne présente pas de source d'ignition ;
- Le digesteur est exploité à environ 35/40°C, soit une température insuffisante ne pouvant pas générer une auto-inflammation ;
- Le mélange air/biogaz n'est pas en permanence compris au sein du domaine d'explosivité. Au départ de la séquence accidentelle, le ciel gazeux est saturé en biogaz. La proportion de biogaz diminue alors pour entrer dans le domaine d'explosivité, puis continue à décroître jusqu'à repasser en dessous du seuil de la Limite Inférieure d'Explosivité ;
- Le biogaz est particulièrement peu réactif aux sources d'inflammation (le méthane est classé peu réactif par le Purple Book) ;
- Les installations de protection contre la foudre seront conformes à la réglementation technique en vigueur.

L'inflammation du mélange inflammable air/biogaz est donc évaluée avec une probabilité de 10^{-2} .

Par ailleurs il convient de noter que lors des opérations de maintenance :

- Les opérations de maintenance (notamment avec point chaud) sont réglementées dans le périmètre du digesteur (zonage ATEX) ;
- Les équipements à l'intérieur du digesteur sont à l'arrêt et consignés pendant les phases de maintenance.

Prise en compte des effets dominos

L'ouvrage est susceptible d'être impacté par les effets dominos des ouvrages suivants :

- Bâche à boues vide ;
- Ruine gazomètre ;
- Tuyauterie sur le toit du digesteur ;
- Tuyauterie enterrée basse pression.

La prise en compte de l'effet domino porte cette probabilité d'agression à une classe D (ordre de grandeur 10^{-5}).

Probabilité des évènements initiateurs

Sur la base des hypothèses de calcul réalisées dans les chapitres ci-dessus, on obtient une probabilité d'explosion du digesteur en fonctionnement normal égale à $1,80.10^{-5}/\text{an}$, après prise en compte des barrières de sécurité.

Cela correspond à une **probabilité de niveau D**, au regard de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

7.1.2. Évaluation de la gravité

La gravité est calculée selon les modalités définies par la circulaire du 10 mai 2010.

7.1.2.1. Zones impactées

Les zones impactées par les effets dangereux hors du site sont les suivantes :

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Zone non-construite à l'Est	Pas d'effet en dehors du site	Pas d'effet en dehors du site	0,2 ha

Tableau 66 - Surfaces impactées par le PhD1a en dehors de la station d'épuration

7.1.2.2. Calcul de la gravité

Méthodologie

Zone non-construite : Il est proposé d'associer la zone non-construite à un « terrain aménagé mais peu fréquenté ». Pour ce type de terrain, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Résultats

Le nombre de personnes impactées par les zones d'effet est décomposé dans le tableau suivant.

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Zone non-construite	Pas d'effet en dehors du site	Pas d'effet en dehors du site	< 1 personne
TOTAL	0 personne	0 personne	< 1 personne

Tableau 67 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD1a en dehors de la station d'épuration

Classe de gravité

Au regard de gravité définies par l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, le phénomène dangereux d'explosion du digesteur plein est associé à une classe de gravité « **modéré** ».

7.1.3. Acceptabilité du phénomène 1a

Avec une probabilité de classe D et une gravité de classe modéré, le phénomène dangereux Ph1a explosion du digesteur plein est considéré comme **acceptable** (case OUI) au regard de la matrice d'acceptabilité des risques (voir §8).

7.2. ANALYSE DU PHENOMENE 1B - EXPLOSION DU DIGESTEUR A VIDE

7.2.1. Analyse probabiliste

Le scénario d'explosion du digesteur à vide peut avoir lieu en cas de vidange catastrophique du digesteur, générant une entrée d'air par la soupape de dépression située en toiture du digesteur. Le mélange air/biogaz ainsi formé est susceptible de générer l'explosion du digesteur, moyennant également la condition éventuelle de présence d'une source d'ignition.

7.2.1.1. Représentation graphique des évènements

La vidange catastrophique du digesteur peut être causée par :

- Une rupture totale de l'une des deux canalisations de boues situées en sortie du digesteur ;
- Une erreur humaine lors de la maintenance décennale ;
- Une erreur humaine lors de la maintenance d'une pompe de recirculation des boues ayant lieu tous les 18 mois.

Les différents cheminements de scénarios accidentels conduisant à l'explosion du digesteur à vide sont étudiés dans le nœud papillon ci-dessous.

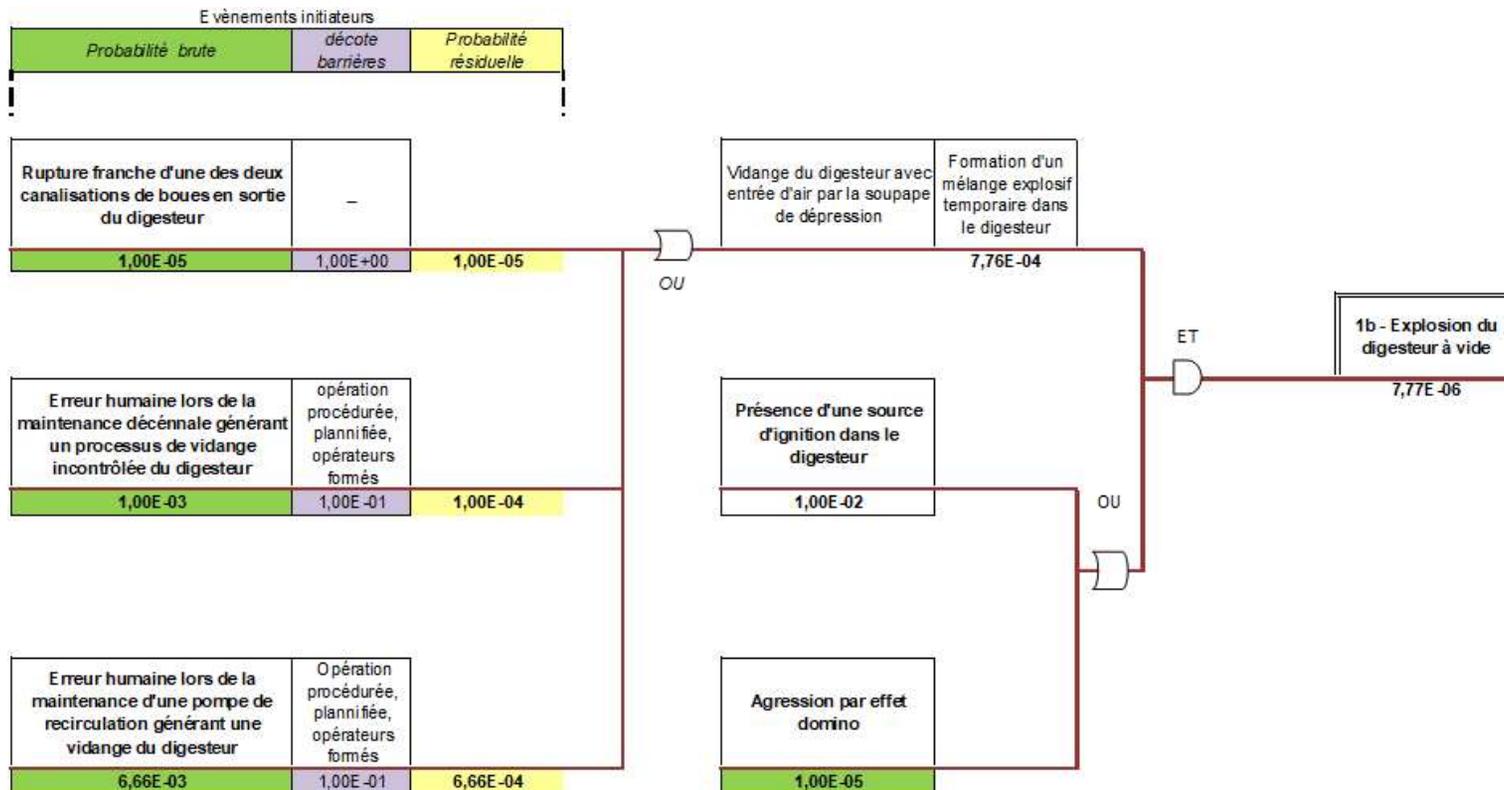


Figure 28 - Arbre d'évènements relatifs à l'explosion du digesteur à vide (PhD1b)

7.2.1.2. Probabilité d'occurrence

Probabilité des évènements initiateurs

→ **Évènement initiateur : Rupture sur canalisation**

Selon la base de données PCAG, la probabilité maximale de rupture sur les canalisations de diamètre compris entre 150 et 299 mm est de $2.10^{-7}/m/an$. En sachant qu'il y a deux canalisations de 25 mètres de long chacune, la probabilité de rupture franche associée à cet évènement est de $1.10^{-5}/an$.

→ **Évènement initiateur : Erreur humaine lors de la maintenance décennale**

La réalisation de cette opération régulièrement une fois tous les 10 ans porte sa probabilité à $1.10^{-1}/an$. Il s'agit d'une opération de maintenance opérée par une intervention humaine. La base de données LOPA, propose une probabilité d'occurrence d'une erreur humaine moyenne de 1.10^{-2} par opération, pour des opérations sans stress ni fatigue.

La maintenance décennale est une opération planifiée en amont de façon à l'intégrer dans un planning suffisamment dimensionné pour mettre les installations à disposition et pour ne pas pressuriser les intervenants de contrainte planning. La maintenance décennale est également procédurée et réalisée par du personnel formé. Cette maîtrise opérationnelle permet d'attribuer un niveau de confiance 1 à cette barrière organisationnelle.

La probabilité de rencontrer une erreur humaine lors de la maintenance décennale générant une vidange du digesteur est de $1.10^{-4}/an$, en prenant en compte.

→ **Évènement initiateur : Erreur humaine lors de la maintenance sur une pompe de recirculation**

Cette intervention est réalisée environ une fois tous les 18 mois, ce qui porte sa probabilité moyenne à $6,6.10^{-1}/an$. Cette intervention est une opération planifiée en amont de façon à l'intégrer dans un planning suffisamment dimensionné pour mettre les installations à disposition et pour ne pas pressuriser les intervenants de contrainte planning. Cette opération de maintenance est également procédurée et réalisée par du personnel formé. Cette maîtrise opérationnelle permet d'attribuer un niveau de confiance 1 à cette barrière organisationnelle.

Barrières de sécurité

Les décotes de probabilité attribuées aux barrières de de sécurité sont déterminées à dire d'expert, moyennant une approche basée sur le retour d'expérience.

Les phases de démarrage et d'arrêt des digesteurs font l'objet de procédures spécifiques avec revue documentaire préalable. Cette procédure est vérifiée par une personne tierce qui s'assure que tous les pré-requis au démarrage ou à l'arrêt sont satisfaits. Cette vérification de la procédure et des documents associés fait l'objet d'une autorisation de démarrage GO / NO GO par le responsable sécurité de l'entité.

Le mode opératoire des phases de démarrage et d'arrêt du digesteur comporte toujours l'inertage de l'installation pour éviter de se trouver dans les limites d'explosivité.

Probabilité d'inflammation au sein du digesteur

L'inflammation du mélange inflammable air/biogaz est estimée en tenant compte des paramètres suivants :

- Le mélange inflammable se trouve exclusivement à l'intérieur du digesteur ;
- L'intérieur du digesteur ne présente pas de source d'ignition ;

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

- Le digesteur est exploité à environ 35/40°C, soit une température insuffisante ne pouvant pas générer une auto-inflammation ;
- Le mélange air/biogaz n'est pas en permanence compris au sein du domaine d'explosivité. Au départ de la séquence accidentelle, le ciel gazeux est saturé en biogaz. La proportion de biogaz diminue alors pour entrer dans le domaine d'explosivité, puis continue à décroître jusqu'à repasser en dessous du seuil de la Limite Inférieure d'Explosivité ;
- Le biogaz est peu réactif aux sources d'inflammation (le méthane est classé peu réactif par le Purple Book) ;
- Les installations de protection contre la foudre seront conformes à la réglementation technique en vigueur.

L'inflammation du mélange inflammable air/biogaz est donc évaluée avec une probabilité de 10^{-2} .

Par ailleurs il convient de noter que lors des opérations de maintenance sur le digesteur :

- Les opérations de maintenance (notamment avec point chaud) sont proscrites dans le périmètre du digesteur pendant toute la durée de la phase de maintenance ;
- Les équipements à l'intérieur du digesteur sont à l'arrêt et consignés.

Prise en compte des effets dominos

L'ouvrage est susceptible d'être impacté par les effets dominos des ouvrages suivants :

- Bâche à boues vide ;
- Ruine gazomètre ;
- Tuyauterie sur le toit du digesteur ;
- Tuyauterie enterrée basse pression.

La prise en compte de l'effet domino porte cette probabilité d'agression à une classe D (ordre de grandeur 10^{-5}).

Probabilité des évènements initiateurs

Sur la base des hypothèses de calcul réalisées dans les chapitres ci-dessus, on obtient une probabilité d'explosion du digesteur à vide égale à **$7,77.10^{-6}/\text{an}$** , après prise en compte des barrières de sécurité.

Cela correspond à une **probabilité de niveau E**, au regard de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

7.2.2. Évaluation de la gravité

La gravité est calculée selon les modalités définies par la circulaire du 10 mai 2010.

7.2.2.1. Zones impactées

Les zones impactées par les effets dangereux hors du site sont les suivantes :

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Zone non-construite Est et Sud	Pas d'effet en dehors du site	0,05 ha	1 ha
Route Est et Sud	Pas d'effet en dehors du site	Non atteint	600 mètres

Tableau 68 - Surfaces impactées par le PhD 1b en dehors de la station d'épuration

7.2.2.2. Calcul de la gravité

Méthodologie

Zone non-construite

Il est proposé d'associer la zone non-construite à un « terrain aménagé mais peu fréquenté ». Pour ce type de terrain, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Route

La portion de route impactée par les distances d'effets thermiques n'est pas sujette à des embouteillages. Dans ces conditions, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Cette route est une impasse qui permet exclusivement de desservir la zone industrielle. Il n'y a pas de comptage de véhicules disponibles, toutefois le trafic est peu dense. Il est proposé de retenir 1000 véhicules par jour.

Résultats

Le nombre de personnes impactées par les zones d'effet est décomposé dans le tableau suivant.

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Zone non-construite Est et Sud	Pas d'effet en dehors du site	<1	0,1 personne
Route Est et Sud	Pas d'effet en dehors du site	0 personne	2,4 personnes
TOTAL	0 personne	<1 personne	2,5 personnes

Tableau 69 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD 1b en dehors de la station d'épuration

Classe de gravité

Au regard de gravité définies par l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, le phénomène dangereux d'explosion du digesteur à vide est associé à une classe de gravité « **sérieux** ».

7.2.3. Acceptabilité du phénomène 1b

Avec une probabilité de classe E et une gravité de classe « sérieux », le phénomène dangereux Ph1b explosion du digesteur à vide est considéré comme **acceptable** (case OUI) au regard de la matrice d'acceptabilité des risques (voir §8).

7.3. ANALYSE DU PHENOMENE 2A - EXPLOSION DE LA BACHE A BOUES DIGEREES VIDE

7.3.1. Analyse probabiliste

La bache à boues digérées présente un ciel gazeux à l'air, le volume de biogaz est maintenu en dessous du seuil de la limite inférieure d'explosivité au moyen d'un dispositif de ventilation.

L'explosion de la bache à boues digérées peut donc survenir si la concentration du biogaz augmente au-delà de la LIE.

7.3.1.1. Représentation graphique des évènements

L'augmentation de la concentration en biogaz dans la bache à boues peut être causée par :

- Une panne des équipements de ventilation (2 ventilateurs en redondance + 1 ventilateur de secours) ;
- Une panne de la régulation de contrôle du ciel gazeux.

Les différents cheminements de scénarios accidentels conduisant à l'explosion de la bache à boues à vide sont étudiés dans le nœud papillon ci-dessous.

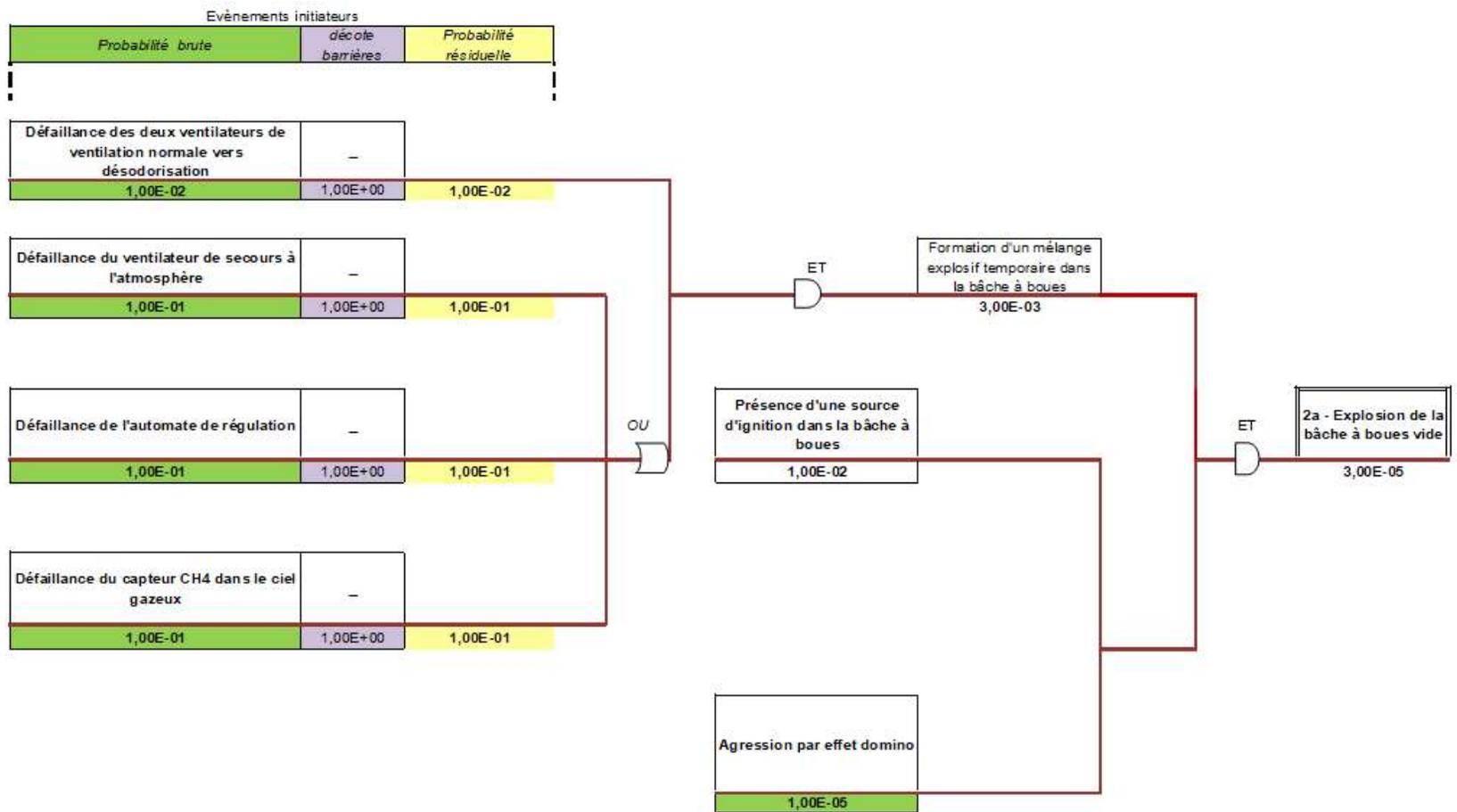


Figure 29 - Arbre d'événements relatifs à l'explosion de la bache à boues digérées à vide (PhD2a)

7.3.1.2. Probabilité d'occurrence

Probabilité des évènements initiateurs

→ **Évènement initiateur : défaillance d'un ventilateur**

La défaillance d'un ventilateur est associée à la défaillance de son moteur. La probabilité retenue est de 10^{-1} /an, sur la base d'une approche à dire d'expert.

→ **Évènement initiateur : défaillance de l'automate de régulation**

Ce dispositif est associé à une probabilité de défaillance moyenne de 10^{-1} /an selon le « Programme EAT – DRA-34 – Opération j – Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse des risques – Partie 2, Données quantifiées » édité par l'INERIS.

→ **Évènement initiateur : Défaillance du capteur CH4**

Ce dispositif est associé à une probabilité de défaillance moyenne de 10^{-1} /an selon le « Programme EAT – DRA-34 – Opération j – Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse des risques – Partie 2, Données quantifiées » édité par l'INERIS.

Barrières de sécurité

Les décotes de probabilité attribuées aux barrières de de sécurité sont déterminées à dire d'expert, moyennant une approche basée sur le retour d'expérience.

Probabilité d'inflammation au sein de la bâche à boues

L'inflammation du mélange inflammable air/biogaz est estimée en tenant compte des paramètres suivants :

- Le mélange inflammable se trouve exclusivement à l'intérieur de la bâche à boues ;
- L'intérieur de la bâche à boues ne présente pas de source d'ignition ;
- La bâche à boues est exploitée à environ 35/40°C, soit une température insuffisante ne pouvant pas générer une auto-inflammation ;
- Le mélange air/biogaz n'est pas en permanence compris au sein du domaine d'explosivité. Au départ de la séquence accidentelle, le ciel comporte une concentration en biogaz inférieure à la limite inférieure d'explosivité. La proportion de biogaz augmente alors pour entrer dans le domaine d'explosivité, puis continue à augmenter jusqu'à repasser au-dessus du seuil de la Limite supérieure d'Explosivité ;
- Le biogaz est particulièrement peu réactif aux sources d'inflammation (le méthane est classé peu réactif par le Purple Book) ;
- Les installations de protection contre la foudre seront conformes à la réglementation technique en vigueur.

L'inflammation du mélange inflammable air/biogaz est donc évaluée avec une probabilité de 10^{-2} .

Prise en compte des effets dominos

L'ouvrage est susceptible d'être impacté par les effets dominos des ouvrages suivants :

- Digesteur ;
- Tuyauterie sur le toit du digesteur.

La prise en compte de l'effet domino porte cette probabilité d'agression à une classe D (ordre de grandeur 10^{-5}).

Probabilité des évènements initiateurs

Sur la base des hypothèses de calcul réalisées dans les chapitres ci-dessus, on obtient une probabilité d'explosion de la bêche à boues digérées à vide égale à $3,00.10^{-5}/\text{an}$, après prise en compte des barrières de sécurité.

Cela correspond à une **probabilité de niveau D**, au regard de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

7.3.2. Évaluation de la gravité

La gravité est calculée selon les modalités définies par la circulaire du 10 mai 2010.

7.3.2.1. Zones impactées

Les zones impactées par les effets dangereux hors du site sont les suivantes :

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Zone non-construite	Pas d'effet en dehors du site	Pas d'effet en dehors du site	0,15 ha
Route à l'Est	Pas d'effet en dehors du site	Pas d'effet en dehors du site	110 mètres

Tableau 70 - Surfaces impactées par le PhD2a en dehors de la station d'épuration

7.3.2.2. Calcul de la gravité

Méthodologie

Zone non-construite

Il est proposé d'associer la zone non-construite à un « terrain aménagé mais peu fréquenté ». Pour ce type de terrain, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Route

La portion de route impactée par les distances d'effets thermiques n'est pas sujette à des embouteillages. Dans ces conditions, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Cette route est une impasse qui permet exclusivement de desservir la zone industrielle. Il n'y a pas de comptage de véhicules disponibles, toutefois le trafic est peu dense. Il est proposé de retenir 1000 véhicules par jour.

Demande d'Autorisation Environnementale

Résultats

Le nombre de personnes impactées par les zones d'effet est décomposé dans le tableau suivant.

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Zone non-construite	Pas d'effet en dehors du site	Pas d'effet hors du site	0,015 personne
Route	Pas d'effet en dehors du site	Pas d'effet hors du site	0,44 personne
TOTAL	0 personne	0 personne	0,445 personne

Tableau 71 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD2a en dehors de la station d'épuration

Classe de gravité

Au regard de gravité définies par l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, le phénomène dangereux d'explosion de la bache à boues digérées à vide est associé à une classe de gravité « **modéré** ».

7.3.3. Acceptabilité du phénomène 2a

Avec une probabilité de classe D et une gravité de classe modéré, le phénomène dangereux Ph2 explosion de la bache à boues digérées vide est considéré comme **acceptable** (case OUI) au regard de la matrice d'acceptabilité des risques (voir §8).

7.4. ANALYSE DU PHENOMENE 3B - RUINE DU GAZOMETRE

7.4.1. Analyse probabiliste

Le scénario suppose la ruine totale de l'enveloppe du gazomètre, et la libération de l'intégralité du biogaz à l'atmosphère.

Il est à noter que ce scénario apparaît très peu probable compte-tenu des facteurs suivants :

- La pression interne du gazomètre est faible (25 mbar) ;
- La pression interne du gazomètre n'est pas sujette à de brusque variation importante ;
- La membrane dimensionnée suivant les codes de calculs normalisés pour résister à la pression interne d'exploitation ;
- Une augmentation interne supérieure à 28 mbar est empêchée par une garde hydraulique (équipement assimilable à une sécurité passive ayant un rôle de soupape) ;
- Pas de risque de chute d'objet lourd au-dessus du gazomètre ;
- Le gazomètre est éloigné des axes de circulation d'engins lourds ;
- Le gazomètre n'est pas présent au sein de seuils d'effet dangereux induits par d'autres ouvrages ;
- Le gazomètre est conçu pour résister à une tempête de vent force 2. Au cas d'occurrence d'une tempête de force supérieure, il y a lieu de prévoir que l'intensité du vent dispersera quasiment instantanément le biogaz de sorte que le fuseau explosif sera faible et réduit dans le temps, voire inexistant.

Prise en compte des effets dominos

L'ouvrage est susceptible d'être impacté par les effets dominos des ouvrages suivants :

- Digesteur ;
- Tuyauterie enterrée de biogaz basse pression ;
- Tuyauterie aérienne sur la dalle d'épuration.

La prise en compte de l'effet domino porte cette probabilité d'agression à une classe D (ordre de grandeur 10^{-5}).

Probabilité des évènements initiateurs

Sur la base des paramètres ci-dessus, il est proposé sur une approche qualitative de retenir une **probabilité de niveau D**, au regard de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

7.4.2. Évaluation de la gravité

La gravité est calculée selon les modalités définies par la circulaire du 10 mai 2010.

7.4.2.1. Zones impactées

Les zones impactées par les effets dangereux hors du site sont les suivantes :

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Zone non-construite	Pas d'effet en dehors du site	Pas d'effet en dehors du site	1 ha
Route	Pas d'effet en dehors du site	Pas d'effet en dehors du site	400 mètres

Tableau 72 - Surfaces impactées par le PhD3b en dehors de la station d'épuration

7.4.2.2. Calcul de la gravité

Méthodologie

Zone non-construite

Il est proposé d'associer la zone non-construite à un « terrain aménagé mais peu fréquenté ». Pour ce type de terrain, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 1 personne par tranche de 10 hectares.

Route

La portion de route impactée par les distances d'effets thermiques n'est pas sujette à des embouteillages. Dans ces conditions, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour. Cette route est une impasse qui permet exclusivement de desservir la zone industrielle. Il n'y a pas de comptage de véhicules disponibles, toutefois le trafic est peu dense. Il est proposé de retenir 1000 véhicules par jour.

Résultats

Le nombre de personnes impactées par les zones d'effet est décomposé dans le tableau suivant.

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Zone non-construite à l'Est et Sud	Pas d'effet hors du site	Pas d'effet hors du site	0,1 personne
Route à l'Est et Sud	Pas d'effet hors du site	Pas d'effet hors du site	1,6 personne
TOTAL	0 personne	0 personne	1,61 personne

Tableau 73 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD3b en dehors de la station d'épuration

Classe de gravité

Au regard de gravité définies par l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, le phénomène dangereux d'explosion du gazomètre est associé à une classe de gravité « **sérieux** ».

7.4.3. Acceptabilité du phénomène 3b

Avec une probabilité de classe D et une gravité de classe « sérieux », le phénomène dangereux Ph3b ruine du gazomètre est considéré comme **acceptable** (case OUI) au regard de la matrice d'acceptabilité des risques (voir §8).

7.5. ANALYSE DU PHENOMENE 5B - EXPLOSION CONFINEE DU VIDE SANITAIRE SOUS LES POSTE D'INJECTION

7.5.1. Analyse probabiliste

Ce scénario correspond à la fuite de la canalisation d'alimentation du biométhane à l'arrivée sur le poste d'injection. Dans les bases de données bibliographiques de retour d'expérience sur les risques industriels, la fuite d'une tuyauterie est généralement associée à une probabilité variant entre $10^{-6}/m/an$ et $10^{-5}/m/an$.

L'observation du retour d'expérience indique que ce phénomène dangereux est peu susceptible de se produire, d'autant plus que cet ouvrage sur la station d'épuration de Nîmes se trouve en dehors d'une zone de circulation. Sur la base d'une approche à dire d'expert, il est proposé de retenir une classe de **probabilité de niveau D**, au regard de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

7.5.2. Évaluation de la gravité

La gravité est calculée selon les modalités définies par la circulaire du 10 mai 2010.

7.5.2.1. Zones impactées

Les zones impactées par les effets dangereux hors du site sont les suivantes :

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Route	Pas d'effet en dehors du site	Pas d'effet en dehors du site	10 m

Tableau 74 - Surfaces impactées par le PhD5b en dehors de la station d'épuration

7.5.2.2. Calcul de la gravité

Méthodologie

Zone non-construite

La portion de route impactée par les distances d'effets thermiques n'est pas sujette à des embouteillages. Dans ces conditions, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Cette route est une impasse qui permet exclusivement de desservir la zone industrielle. Il n'y a pas de comptage de véhicules disponibles, toutefois le trafic est peu dense. Il est proposé de retenir 1000 véhicules par jour.

Résultats

Le nombre de personnes impactées par les zones d'effet est décomposé dans le tableau suivant.

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Route	Pas d'effet en dehors du site	Pas d'effet en dehors du site	0,04 personne
TOTAL	0 personne	0 personne	0,04 personne

Tableau 75 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD5b en dehors de la station d'épuration

Classe de gravité

Au regard de gravité définies par l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, le phénomène dangereux d'explosion du gazomètre est associé à une classe de gravité « **modéré** ».

7.5.3. Acceptabilité du phénomène 5b

Avec une probabilité de classe D et une gravité de classe modéré, le phénomène dangereux Ph5b explosion du poste d'injection est considéré comme **acceptable** (case OUI) au regard de la matrice d'acceptabilité des risques (voir §8).

7.6. ANALYSE DU PHENOMENE 12 - FUITE DE LA CANALISATION ENTERREE VERS LE POSTE D'INJECTION

7.6.1. Analyse probabiliste

Ce scénario correspond à la fuite de la canalisation d'alimentation du biométhane à l'arrivée sur le poste d'injection. Dans les bases de données bibliographiques de retour d'expérience sur les risques industriels, la fuite d'une tuyauterie est généralement associée à une probabilité variant entre $10^{-6}/m/an$ et $10^{-5}/m/an$.

L'observation du retour d'expérience indique que ce phénomène dangereux est peu susceptible de se produire. Sur la base d'une approche à dire d'expert, il est proposé de retenir une classe de **probabilité de niveau D**, au regard de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

7.6.2. Évaluation de la gravité

La gravité est calculée selon les modalités définies par la circulaire du 10 mai 2010.

7.6.2.1. Zones impactées

Les zones impactées par les effets dangereux hors du site sont les suivantes :

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Route	Pas d'effet en dehors du site	15 m	20 m

Tableau 76 - Surfaces impactées par le PhD12 en dehors de la station d'épuration

7.6.2.2. Calcul de la gravité

Méthodologie

Zone non-construite

La portion de route impactée par les distances d'effets thermiques n'est pas sujette à des embouteillages. Dans ces conditions, la circulaire du 10 mai 2010 indique de compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 véhicules/jour.

Cette route est une impasse qui permet exclusivement de desservir la zone industrielle. Il n'y a pas de comptage de véhicules disponibles, toutefois le trafic est peu dense. Il est proposé de retenir 1000 véhicules par jour.

Résultats

Le nombre de personnes impactées par les zones d'effet est décomposé dans le tableau suivant.

	Effets Létaux Significatifs	Premiers effets létaux	Effets irréversibles
Bas-côté route	Pas d'effet en dehors du site	0,06 personne	0,08 personne
TOTAL	0 personne	0,06 personne	0,08 personne

Tableau 77 - Personnes impactées par les zones d'effet du PhD12 en dehors de la station d'épuration

Classe de gravité

Au regard de gravité définies par l'annexe III de l'arrêté du 29 septembre 2005, le phénomène dangereux d'explosion du gazomètre est associé à une classe de gravité « **sérieux** ».

7.6.3. Acceptabilité du phénomène 12

Avec une probabilité de classe D et une gravité de classe modéré, le phénomène dangereux Ph12 explosion du poste d'injection est considéré comme **acceptable** (case OUI) au regard de la matrice d'acceptabilité des risques (voir §8).

8. MATRICE D'ACCEPTABILITE DES RISQUES

Cette grille délimite trois zones de risque accidentel :

- Une zone de « risque élevé », pour laquelle des propositions de mise en place de mesures de réduction complémentaires du risque à la source, permettant de sortir de la zone, les phénomènes dangereux s'y trouvant doivent être faites.
- Une zone de « risque intermédiaire », dite « ALARP », dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.
- Une zone de « risque moindre » pour laquelle il est considéré que le risque résiduel est acceptable, compte tenu des mesures de maîtrise du risque en place.

		Probabilité				
		E (très rare)	D	C	B	A (courant)
Niveau de gravité des conséquences	Désastreux					
	Catastrophique					
	Important					
	Sérieux	PhD1b	PhD3b PhD12			
	Modéré		PhD1a PhD2a PhD5b			

Tableau 78 - Matrice d'acceptabilité des phénomènes dangereux

L'étude des dangers indique, au regard de la matrice de criticité ci-dessus, que les risques sont maîtrisés et se trouvent dans des cases « OUI » en matière d'acceptabilité.

9. MAITRISE GENERALE DES RISQUES

Le présent chapitre précise les principales mesures de conception, prévention et protection mises en œuvre pour maîtriser les risques à l'échelle globale du site.

9.1. RISQUES LIES AU VOISINAGE DES INSTALLATIONS

9.1.1. Axes de communication externes

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Transport routier : voitures, camions, transport de matières dangereuses	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accident de la circulation, intrusion involontaire sur le site. ▪ Effets dominos en cas d'accident de matières dangereuses : incendie, explosion. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Détérioration des équipements et stockages. ▪ Perturbation de la conduite des installations. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bâtiments à risque majeur (digesteurs, gazomètre, torchère) distants à plus de 60 m des voies de circulation. ▪ Clôture entourant le site. ▪ Canalisations de biogaz et biométhane principalement enterrées
Transport par rail	▪ Sans objet : pas de voie ferrée à proximité		
Transport fluvial	▪ Sans objet : pas de voie ferrée à proximité		
Transport aéronautique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sans objet : aucun aéroport ou aérodrôme à proximité de l'établissement. <p>Pour mémoire, d'après la Protection Civile, les risques les plus importants de chute d'un aéronef se situent au moment du décollage et de l'atterrissage. La zone admise comme étant la plus exposée est celle qui se trouve à l'intérieur d'un rectangle délimité par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une distance de 3 km de part et d'autre en bout de piste, • Une distance de 1 km de part et d'autre dans le sens de la largeur. <p>Les deux aéroports de Nîmes (Aéroport Nîmes Alès Camargue Cévennes et Aéroclub de Nîmes-Courbessac) sont situés à une distance de plus de 10 km, soit en dehors des périmètres de risque.</p>		

Tableau 79 - Maîtrise des risques liés aux axes de communication externes

9.1.2. Réseaux

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Lignes électriques à haute tension	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'une ligne électrique à surplombant la partie Ouest de la station 	<ul style="list-style-type: none"> Risque d'inflammation en cas de fuite de nuage de gaz et de défaillance au niveau de la ligne électrique 	<ul style="list-style-type: none"> Zone de la station à risque biogaz éloignée d'environ 100 mètres par rapport à la ligne électrique
Réseau d'alimentation en gaz naturel	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'une canalisation de gaz naturel située au Sud du site. Fuite de gaz sur le réseau en cas de travaux. 	<ul style="list-style-type: none"> Effets thermiques et de surpression avec conséquences sur le site. 	<ul style="list-style-type: none"> Bâtiments et ouvrages à risque situés à plus de 25 m de la canalisation de gaz existante Canalisation GrDF enterrée
Réseau de transport en gaz naturel	<ul style="list-style-type: none"> Fuite de gaz sur le réseau en cas de travaux. 	<ul style="list-style-type: none"> Effets thermiques et de surpression avec conséquences sur le site. 	<ul style="list-style-type: none"> Canalisation éloignée de 500 mètres par rapport à la station d'épuration

Tableau 80 - Maîtrise des risques liés aux réseaux

9.1.3. Activités industrielles voisines

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Installation nucléaire	<ul style="list-style-type: none"> Sans objet : pas d'installation nucléaire à proximité 		
Installation industrielle	<ul style="list-style-type: none"> PAPREC située directement en limite Nord de la station EVOLIA située directement en limite Ouest de la station 	<ul style="list-style-type: none"> Sites générateurs de distances d'effets dangereux 	<ul style="list-style-type: none"> Sites suffisamment éloignés pour ne pas générer d'effet au sein de la station d'épuration

Tableau 81 - Maîtrise des risques liés aux activités industrielles voisines

9.1.4. Malveillance / attentat

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Intrusion sur le site, attentat, sabotage	<ul style="list-style-type: none"> Incendie volontaire. Dégradation. Sabotage. 	<ul style="list-style-type: none"> Déclenchement d'un sinistre : incendie, explosion 	<ul style="list-style-type: none"> Télé-surveillance. Accès contrôlé par badge. Porte du bâtiment avec détection d'intrusion. <p>Rq : cause non retenue pour les calculs de probabilité le cas échéant (Cf. arrêté du 29/09/05)</p>

Tableau 82 - Maîtrise des risques liés aux risques de malveillance et d'attentat

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers
VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

9.2. RISQUES NATURELS

9.2.1. Intempéries

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Froid	<ul style="list-style-type: none"> Verglas sur les voies de circulation 	<ul style="list-style-type: none"> Collision, Accident de la circulation, Détérioration d'équipements 	<ul style="list-style-type: none"> Salage des voies en hiver si besoin. Éloignement ou protection mécanique adaptée des ouvrages à risques.
Canicule	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la température extérieure 	<ul style="list-style-type: none"> Suppression, éclatement de capacités stockées à l'extérieur des bâtiments 	<ul style="list-style-type: none"> Absence de stockage de produits liquides extrêmement inflammables sur le site. Soupapes de surpressions sur les équipements concernés par risque d'expansion.
	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la température dans les locaux, évaporation de certains produits 	<ul style="list-style-type: none"> Émissions de vapeurs nocives 	<ul style="list-style-type: none"> Ventilation des locaux
	<ul style="list-style-type: none"> Défaillance des matériels électriques ou électroniques 	<ul style="list-style-type: none"> Surchauffe des armoires électriques 	<ul style="list-style-type: none"> Contrôles annuels des installations électriques par un organisme extérieur qualifié. Thermographie infrarouge annuelle des armoires électriques. Ventilation des locaux à risque.
Vent	<ul style="list-style-type: none"> Vents violents 	<ul style="list-style-type: none"> Soulèvement ou effondrement de toitures : détérioration d'ouvrages Phénomène aggravant en cas d'incendie (propagation plus rapide de l'incendie) 	<ul style="list-style-type: none"> Conception des bâtiments pour assurer une tenue au vent
Brouillard	<ul style="list-style-type: none"> Visibilité réduite 	<ul style="list-style-type: none"> Collision Détérioration des ouvrages et installations 	<ul style="list-style-type: none"> Éclairage des voies de circulation du site. Plan de circulation et vitesse limitée de circulation sur site. Cuves de stockages de fioul semi-enterrées.
	<ul style="list-style-type: none"> Corrosion (directe ou indirecte) Humidité 	<ul style="list-style-type: none"> Détérioration des ouvrages et installations 	<ul style="list-style-type: none"> Traitement anticorrosion des installations extérieures (canalisations extérieures de gaz naturel et de fioul notamment). Contrôle annuel d'absence de fuite sur le réseau gaz naturel.

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Pluie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engorgement des réseaux ▪ Inondations ▪ Infiltrations 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entraînement de matériel ▪ Pollution du milieu naturel en cas de déversement 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dimensionnement des réseaux de collecte et d'évacuation incendie ▪ Entraînement d'équipement et de matériel réduit : <ul style="list-style-type: none"> - Pas de zone de stockage de produits en petit conditionnement à l'extérieur des bâtiments. - Pas de stockage de déchets dangereux à l'extérieur des bâtiments.
Neige	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Surcharge et détérioration de toitures 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effondrement des toitures : détérioration des ouvrages et installations 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construction intégrant le risque « neige ».
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dépôts sur les voies de circulation, voies glissantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Collision. ▪ Accidents de la circulation. ▪ Détérioration des ouvrages et installations. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Salage des voies en hiver si besoin. ▪ Éloignement ou protection mécanique adaptée des ouvrages à risques.
Foudre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impact de la foudre sur les équipements. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effets directs : surtension, destruction des systèmes électriques et électroniques, incendie ou explosion 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une analyse du risque foudre (et une étude technique le cas échéant) sont réalisées ; elles prennent en compte les dispositions de la section III de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié. ▪ Les mesures de prévention / protection prévues à l'étude technique seront mises en place avant la mise en exploitation du site.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impact de la foudre sur les équipements. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effets directs : surtension, destruction des systèmes électriques et électroniques, incendie ou explosion 	

Tableau 83 - Maîtrise des risques liés aux risques d'intempéries

9.2.2. Eaux superficielles et eaux souterraines

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Inondation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crue, remontée de nappe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pollution des eaux superficielles 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planchers des bâtiments techniques construits à 30 cm au-dessus de la côte des plus hautes eaux (24,75 mNGF pour PHE = 24,45 mNGF) ▪ Ouvrages à risque de pollution construits de façon étanche, avec bords supérieurs calés 30 cm au-dessus de la côte des plus hautes eaux (24,75 mNGF pour PHE = 24,45 mNGF)
Captage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déversement accidentel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pollution de la nappe phréatique 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nota bene : site implanté en dehors de tout périmètre de protection de captage d'alimentation en eau potable. ▪ Produits liquides stockés sur rétentions + aire de dépotage du fioul en rétention + ensemble du site en rétention (bassins orage servant de confinement et vanne d'obturation actionnable depuis le poste de commande).

Tableau 84 - Maîtrise des risques liés aux eaux superficielles et souterraines

9.2.3. Sols et sous-sols

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Mouvement de terrains	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effondrement des ouvrages, des liaisons, glissements de terrains 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sans objet : site implanté hors des zones à risque. 	
Secousse sismique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effondrement d'ouvrage 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Endommagement des installations, déversement accidentel, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le site est classé en zone de sismicité 2 (sismicité faible), selon l'article D.563-8-1 du Code de l'Environnement

Tableau 85 - Maîtrise des risques liés aux sols et au sous-sol

9.3. RISQUES LIES AUX INSTALLATIONS

9.3.1. Configuration des installations

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Construction	▪ Effondrement des bâtiments et unités	▪ Dommages matériels internes, ▪ Déversement de produits liquides	▪ Contrôle technique de construction. ▪ Application des règles et des codes standards.
	▪ Électricité statique	▪ Incendie / explosion des produits inflammables	▪ Mises à la terre et liaisons équipotentielles. ▪ Pontages / continuité électrostatique sur les canalisations.
Choix des matériaux	▪ Corrosion, ruptures liées aux contraintes (température, pression, vide, etc.)	▪ Vieillessement des installations, détérioration des équipements	▪ Sélection de matériaux adaptés à l'activité et aux produits.
Équipements sous pression	▪ Rupture de canalisation / Fuite sur canalisation	▪ Incendie / explosion des produits inflammables	▪ Contrôle régulier d'absence de fuite sur le réseau interne de gaz. ▪ Suivi des canalisations sous pression selon la Directive relative aux ESP. ▪ Sélection de matériaux adaptés aux produits et aux contraintes d'exploitation.
Incendie au niveau d'un bâtiment voisin	▪ Propagation par rayonnement thermique	▪ Propagation au sinistre, effet domino	▪ Sécurité incendie
	▪ Fumées	▪ Circonstances aggravantes, obstacles à l'intervention des secours	▪ Désenfumage des locaux conforme à la réglementation en vigueur
Explosion au niveau d'un bâtiment voisin	▪ Effet domino sur les installations de la station	▪ Détérioration d'équipements ▪ Fuite de fluides dangereux ▪ Détérioration d'équipements ▪ Fuite de fluides dangereux	▪ Les modélisations réalisées ne font pas ressortir d'effets dominos entre les sites industriels de la zone.

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Écoulement de produits dangereux	<ul style="list-style-type: none"> Détérioration des rétentions, inadéquation des matériaux, mauvais dimensionnement : fuites liquides accidentelles 	<ul style="list-style-type: none"> Pollution NB : absence de risque de mélange de produits incompatibles 	<ul style="list-style-type: none"> Sol en béton dans les bâtiments + rétentions sous les stockages de produits liquides dimensionnés selon la réglementation en vigueur (adéquation volumes et compatibilité matériaux/produits). Totalité du site en rétention si besoin : bassin orage faisant office de rétention + obturateurs. Vérification régulière de l'état des rétentions.
Circulation	<ul style="list-style-type: none"> Accident de la circulation (véhicules, engins, poids-lourds, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Renversement de produits, destruction de matériels / tuyauteries / chemins de câbles 	<ul style="list-style-type: none"> Règles de circulation sur site (plan de circulation par type de transport + vitesse limitée). Protection par armature métallique adaptée de la zone où les canalisations de fioul ou de gaz naturel sortent de terre et deviennent aériennes avant pénétration dans le bâtiment.

Tableau 86 - Maîtrise des risques liés à la configuration des installations

9.3.2. Conduite des installations

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Conduite automatisée	<ul style="list-style-type: none"> Défaillance de l'automate 	<ul style="list-style-type: none"> Dérive du procédé 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse de fiabilité, recherche des modes communs de défaillance. Test des équipements de sécurité à chaque arrêt ou modification des installations. Surveillance et détection humaine en parallèle.
Conduite manuelle (analyses, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Erreur humaine, défaillance 	<ul style="list-style-type: none"> Blessure du personnel Fuite de produits Détérioration d'équipements 	<ul style="list-style-type: none"> Formation du personnel aux installations, aux matériels, aux produits et aux risques engendrés. Consignes de sécurité.
Connaissances	<ul style="list-style-type: none"> Erreur humaine 	<ul style="list-style-type: none"> Accident 	<ul style="list-style-type: none"> Formation du personnel aux installations, aux matériels, aux produits et aux risques engendrés. Consignes de sécurité.

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Modes opératoires	<ul style="list-style-type: none"> Inadéquation des modes opératoires aux opérations à réaliser 	<ul style="list-style-type: none"> Fonctionnement en mode dégradé 	<ul style="list-style-type: none"> Mise à jour des modes opératoires avec nouvel enregistrement et diffusion au personnel concerné (système qualité). Modes opératoires spécifiques pour le dépotage du fioul et de l'urée et accompagnement par un membre du personnel qualifié au niveau de la zone de dépotage. Prise en compte du retour d'expérience pour la mise à jour des modes opératoires.
État des installations	<ul style="list-style-type: none"> Équipements défectueux Accumulation d'objets, locaux encombrés 	<ul style="list-style-type: none"> Accident Entrave à l'intervention en cas d'incident Présence de risques inconnus du personnel Circonstances aggravantes en cas de sinistre 	<ul style="list-style-type: none"> Vérifications périodiques des installations et des structures. Évacuation des matériels et équipements non nécessaires au fonctionnement des installations.
Opérations délicates ou exceptionnelles	<ul style="list-style-type: none"> Erreur opératoire 	<ul style="list-style-type: none"> Accident 	<ul style="list-style-type: none"> Consignes de sécurité et modes opératoires spécifiques pour les opérations le nécessitant. Plan de prévention pour les travaux dangereux réalisés par des entreprises extérieures.

Tableau 87 - Maîtrise des risques liés à la conduite des installations

9.3.3. Maintenance

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Intervention en zones à risque	<ul style="list-style-type: none"> Création d'une situation de risque Exposition du personnel à certains risques 	<ul style="list-style-type: none"> Accident 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de prévention pour les travaux dangereux réalisés par des entreprises extérieures. Permis de feu pour les travaux par point chaud. Formation, information des intervenants. Équipements de protection individuels à disposition du personnel concerné. Information du personnel d'exploitation en cas d'intervention.

Demande d'Autorisation Environnementale

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Sous-traitance	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perte de la connaissance du site et du matériel ▪ Erreurs, réactions inadaptées 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perte de la maîtrise des systèmes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sous-traitants qualifiés. ▪ Suivi interne de la sous-traitance. ▪ Plan de prévention pour les travaux dangereux réalisés par des entreprises extérieures. ▪ Documents techniques maintenus à jour.
Contrôles, étalonnages	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Défaillances, dérives 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Accident 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contrôles périodiques obligatoires réalisés par des organismes qualifiés (analyseurs des rejets en cheminée, installations électriques, extincteurs, système de détection incendie, système de détection de gaz etc.). ▪ Étalonnages réguliers de l'instrumentation.

Tableau 88 - Maîtrise des risques liés à la maintenance

9.4. GESTION DE LA SECURITE

9.4.1.1. Organisation de la sécurité

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Politique sécurité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inadéquation des moyens par rapport aux risques. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incidents, accidents non maîtrisés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existence de la fonction sécurité. ▪ Définition claire des responsabilités en matière de sécurité sur le site. ▪ Prise en compte du retour d'expérience sur d'autres sites actuellement en exploitation.
Organisation de la sécurité Intervention	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inadéquation des moyens par rapport aux risques. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incidents, accidents non maîtrisés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Personnel formé à la manipulation des extincteurs sur site. ▪ Exercices réguliers. ▪ Intervention possible des pompiers rapidement.

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Formation / Information sur la sécurité	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Méconnaissance des risques. ▪ Actions inadaptées 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incidents, accidents non maîtrisés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Information du personnel sur la sécurité et les risques dans l'établissement. ▪ Exercices d'évacuation + utilisation matériel d'extinction. ▪ Accueil au poste de travail et présentation des risques spécifiques. ▪ Information du personnel et des sous-traitants sur les procédures d'urgence et d'évacuation

Tableau 89 - Organisation de la sécurité

9.4.1.2. Matériel de sécurité

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Localisation des matériels de sécurité (extincteurs, commande de désenfumage, poteaux incendie...)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inaccessibilité ▪ Inefficacité 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incidents, accidents non maîtrisés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Choix du matériel en accord avec la nature du risque (extincteurs adaptés aux matières en présence notamment). ▪ Contrôles réguliers du maintien de l'accessibilité des équipements.
Contrôles et tests	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inefficacité du matériel 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incidents, accidents non maîtrisés 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contrôle régulier du matériel de sécurité.

Tableau 90 - Matériel de sécurité

9.4.1.3. Gestion de l'alerte

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Alerte, évacuation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Évacuation non préparée ou préparation insuffisante 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réaction inadaptée ▪ Circonstance aggravante 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moyens d'alerte ▪ Plan d'évacuation + Point de rassemblement défini ▪ Exercices d'évacuation réalisés périodiquement.

Tableau 91 - Gestion de l'alerte

9.4.1.4. Information

Origine du risque	Nature du risque	Phénomène induit	Traitement du risque
Affichage	<ul style="list-style-type: none"> Méconnaissance du risque 	<ul style="list-style-type: none"> Accident 	<ul style="list-style-type: none"> Affichage systématique à l'aide de panneaux, visibles, précis et compréhensibles par tous, des interdictions et de la nature des risques dans chaque secteur.
Marquage, étiquetage	<ul style="list-style-type: none"> Méconnaissance du risque 	<ul style="list-style-type: none"> Accident 	<ul style="list-style-type: none"> Emballages et récipients précisant clairement la nature des risques et les moyens de protection.
Repérage	<ul style="list-style-type: none"> Méconnaissance du risque 	<ul style="list-style-type: none"> Accident 	<ul style="list-style-type: none"> Repérage de tous les appareils, de toutes les tuyauteries, et de tous les organes. Repérage des moyens d'intervention et des équipements de protection.
Documentation	<ul style="list-style-type: none"> Documentation non disponible, insuffisante 	<ul style="list-style-type: none"> Perte des connaissances 	<ul style="list-style-type: none"> Consignes et modes opératoires disponibles sur site. Archivage des consignes et des modes opératoires.

Tableau 92 - Gestion de l'information



ANNEXES

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers

VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST



ANNEXE 1 TIERCE EXPERTISE INERIS

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers
VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST



ANNEXE 2

COURRIER DE REPONSE CONCERNANT LES BONNES PRATIQUES

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers
VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST

ARTELIA / SEPTEMBRE 2021 / 8514422
PAGE 134 / 136



ANNEXE 3 ETUDE Foudre

Demande d'Autorisation Environnementale

Etude des Dangers
VALORISATION DES RESSOURCES ISSUES DU TRAITEMENT DES EAUX USEES DE LA STATION DE NIMES OUEST